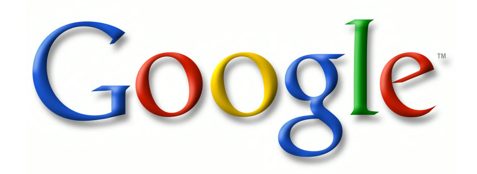




STRECKER

JAHRBUCH DER ELEKTROTECHNIK

VI. JAHRGANG 1917


Digitized by Google

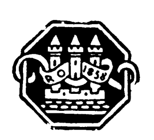
JAHRBUCH DER ELEKTROTECHNIK

ÜBERSICHT ÜBER DIE WICHTIGEREN ERSCHEINUNGEN AUF DEM GESAMTGEBIETE DER ELEKTROTECHNIK

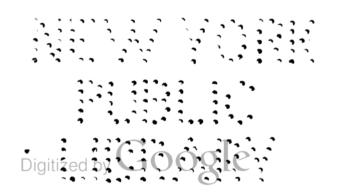
UNTER MITWIRKUNG ZAHLREICHER FACHGENOSSEN HERAUSGEGEBEN VON

DR. KARL STRECKER

SECHSTER JAHRGANG
DAS JAHR 1917



MÜNCHEN UND BERLIN 1918
DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG



Vorwort

Das Jahrbuch der Elektrotechnik stellt sich die Aufgabe, über die wichtigeren Ergebnisse und Vorkommnisse des abgelaufenen Jahres zusammenhängend zu berichten. Das große Gebiet ist nach dem aus dem Inhaltsverzeichnis zu ersehenden Plan in Abschnitte zerlegt, und es ist ein zahlreicher Stab Mitarbeiter gewonnen worden, deren jeder ein mit seiner Berufstätigkeit eng zusammenhängendes Gebiet zur Bearbeitung übernommen hat.

Der vorliegende Jahrgang umfaßt die Literatur vom 1. Januar bis 31. Dezember 1917. Infolge des Krieges konnte, wie in den Vorjahren, die ausländische Literatur nicht im wünschenswerten Umfang berücksichtigt werden. Dies wird später nachgeholt werden.

Im übrigen werden in den Literaturangaben dieses Jahrgangs 133 verschiedene Zeitschriften angeführt, darunter etwa 30 nur mit einzelnen oder wenigen Aufsätzen; es fehlen etwa 20 bis 30 Zeitschriften infolge des Kriegszustandes. Von den 133 Zeitschriften sind 35 elektrotechnische Fachzeitschriften (einschl. Elektrochemie und Nachrichtenwesen), 29 Zeitschriften aus anderen Gebieten der Ingenieurwissenschaften, 30 gelehrte Zeitschriften aus den Gebieten der Physik und anderer Naturwissenschaften, 17 aus dem Gebiete der Chemie, 15 medizinische Blätter und 7 Zeitschriften sozial- und rechtswissenschaftlichen sowie volkswirtschaftlichen Inhalts. Eine Auswahl der wichtigeren dieser Zeitschriften sind, soweit Raum vorhanden, auf Seite VII und VIII verzeichnet.

Berlin, August 1918

Strecker

Inhaltsverzeichnis.

A. Elektromechanik.

B. Elektrochemie.

C. Elektrisches Nachrichten- und Signalwesen.

D. Messungen und wissenschaftliche Untersuchungen.

Verzeichnis der wichtigsten Zeitschriften.

Abkürzung	Titel der Zeitschrift und Erscheinungsort	Im Jahre 1917 erschienene Bände	Erscheinen [1])
AEG-Mitt.	Mitteilungen der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft (Berlin)	Jg 13	m
Allg. Automobil-Ztg.	Allgemeine Automobilzeitung (Berlin)	Jg 18	w
Ann. Phys.	Annalen der Physik (Leipzig)	R 4, Bd 52, 53, 54	hm
Arbeiter-Versorg.	Arbeiter-Versorgung (Berlin-Lichterfelde)	Jg 34	m 3
Arch. El.	Archiv für Elektrotechnik (Berlin)	Bd 5, 6	j 12
Arch. Post Telegr.	Archiv für Post und Telegraphie (Berlin)	Jg 45	hm
Automobilwelt-Flugw.	Automobilwelt-Flugwelt (Berlin)	Jg 15	w
Ber. D. Chem. Ges.	Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft (Berlin)	Jg 50	j 18
Berl. Ber.	Sitzungsberichte der Kgl. Preuß. Akademie der Wissenschaften (Berlin)	1917	w
Bull. Bur. Standards	Bulletin of the Bureau of Standards (Washington)	Bd 13	
Bull. Schweiz EV	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (Zürich)	Jg 8	m
C. R.	Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences (Paris)	Bd 164, 165	w
Chemikerztg.	Chemiker-Zeitung (Köthen)	Jg 41	w 3
Concordia	Concordia, Zeitschr. d. Zentralstelle f. Volkswohlfahrt (Berlin)	Jg 24	hm
D. Straß. u. Klb. Ztg.	Deutsche Straßen- u. Kleinbahn-Zeitung (Berlin)	Jg 29	w
El. Anz.	Elektrotechnischer Anzeiger (Berlin)	Jg 34	hw
El. Kraftbetr.	Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen (München und Berlin)	Jg 15	m 3
El. Masch.-Bau	Elektrotechnik und Maschinenbau (Wien)	Jg 35	w
El. Rev. (Ldn.)	The Electrical Review (London)	Bd 80, 81	w
El. Rlwy. Jl.	Electric Railway Journal (New York)	Bd 49, 50	w
El. World	Electrical World (New York)	Bd 69, 70	w
Elchem. Zschr.	Elektrochemische Zeitschrift (Berlin)	Bd 23, 24	m
Electr. (Ldn.)	The Electrician (London)	Bd 78, 79 80	w
Elektromobil (Wien)	Das Elektromobil (Wien)	Jg 2	m
ETZ	Elektrotechnische Zeitschrift (Berlin)	Jg 38	w
Gen. El. Rev.	General Electrical Review (New York)	Bd 20	m
Helios	Helios, Fach- und Export-Zeitschrift für Elektrotechnik (Leipzig)	Jg 23	w

[1]) j, m, hm, w bedeuten jährlich, monatlich, halbmonatlich, wöchentlich; m 3 = monatlich 3 Hefte.

Abkürzung	Titel der Zeitschrift und Erscheinungsort	Im Jahre 1917 erschienene Bände	Erscheinen
J. Am. Chem. Soc. .	Journal of the American Chemical Society (New York)	Bd 39	m
J. Télégr.	Journal télégraphique (Bern)	Bd 41	m
JB drahtl. Telegr. . .	Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie (Leipzig)	Bd 12, 13	j 8
Met. Chem. Eng. . .	Metallurgical and Chemical Engineering (New York)	Bd 15	m
Meteor. Z.	Meteorologische Zeitschrift (Braunschweig) . .	Bd 34	m
Mitt. BBC.	Mitteilungen von Brown, Boveri & Co. (Mannheim)	Jg 4	m
Mitt. Ver. EW. . . .	Mitteilungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke (Dresden)	Jg 16	m
Motorschiff	Das Motorschiff und Motorboot (Berlin). . . .	Jg 14	hm
Naturwiss.	Die Naturwissenschaften (Berlin)	Bd 5	w
Phil. Mag.	The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science (London)	R 6, Bd 33, 34	m
Phys. Rev.	The Physical Review (Lancaster u. Ithaca) . .	R 2, Bd 9, 10	m
Phys Z.	Physikalische Zeitschrift (Leipzig)	Jg 18	hm
Proc. Am. Inst. El. Eng.	Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers (New York)	Bd 36	j 12
Proc. Roy. Soc. Ldn.	Proceedings of the Royal Society of London (London)	Reihe A Bd 93, 94	
Schweiz. Bauztg. . . .	Schweizerische Bauzeitung (Zürich)	Bd 69, 70	w
Sozialtechnik	Sozial-Technik (Berlin).	Jg 16	m
Telegr.- u. Fernspr.-Techn.	Telegraphen- und Fernsprechtechnik (Berlin) .	Jg 5, 6	hm
Verh. D. Phys. Ges. .	Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (Braunschweig)	Jg 19	j 24
Wien. Anz.	Anzeiger der Kais. Akademie der Wissenschaften, math.-naturwiss. Klasse (Wien)	1917	
Wien. Ber.	Sitzungsberichte der Kais. Akademie der Wissenschaften, math.-naturwiss. Klasse, Abt. IIa (Wien)	Bd 126	j 10
Z. angew. Chem. . .	Zeitschrift für angewandte Chemie (Leipzig) .	Bd 30	hm
Z. anorg. Chem. . . .	Zeitschrift für anorganische Chemie (Hamburg und Leipzig)	Bd 101, 102	
Z. Beleucht.	Zeitschrift für Beleuchtungswesen, Heizungs- u. Lüftungstechnik (Berlin)	Jg 23	m 3
Z. Eisenb. Sicherungswes.	Zeitschrift für das gesamte Eisenbahn-Sicherungswesen (Das Stellwerk) (Berlin)	Jg 12	hm
Z. Elchemie	Zeitschrift für Elektrochemie (Halle a. S.) . .	Bd 23	hm
Z. Instrk.	Zeitschrift für Instrumentenkunde (Berlin) . .	Jg 37	m
Z. phys. Chem. . . .	Zeitschrift für physikalische Chemie (Leipzig) .	Bd 93, 94	j 18
Z. Ver. D. Ing. . . .	Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure (Berlin)	Bd 61	w
Ztg. Ver. D. Eisenb. Verw.	Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen (Berlin)	Jg 57	w 2

Sonstige Abkürzungen.

DRP, EP, FP, USP: Deutsches, englisches, französisches, amerikanisches Patent.
R, Bd, Jg: Reihe, Band, Jahrgang.
JB 1914, 1915: Jahrbuch der Elektrotechnik, Jahrgang 1914, 1915.
AEG, BBC, BEW, H & B, MAN, S & H, SSW: Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft; Brown, Boveri & Co.; Berliner Elektrizitätswerke; Hartmann & Braun; Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg; Siemens & Halske; Siemens-Schuckertwerke.

I. Allgemeines.

Die elektrischen Ausstellungen des Jahres 1917. Von Prof. Dr. Otto Edelmann, Nürnberg. — Vereinswesen und Kongresse. Von Prof. Dr. Otto Edelmann, Nürnberg. — Bildungswesen. Von Prof. Dr. Joseph Epstein, Frankfurt a. M. — Sozial-Technisches. Von G. Osenbrügge, Berlin. — Rechtsverhältnisse der Elektrotechnik. Von Justizrat Dr. O. Zimmer, Berlin. — Technische Vorschriften und Normalien. Von Generalsekretär Georg Dettmar, Berlin.

Die elektrischen Ausstellungen des Jahres 1917.

Von Prof. Dr. Otto Edelmann.

Nachdem der Kriegszustand sich nunmehr über alle „zivilisierten“ Staaten erstreckt hat, die für technischen Fortschritt in Betracht kommen, ist es nur begreiflich, daß das Ausstellungswesen ganz außerordentlich in den Hintergrund getreten ist. Dazu kommt, daß die einschlägige auswärtige Literatur nicht vollständig zu erlangen ist.

Eine größere Bedeutung auch für die Elektrotechnik scheinen die Messen zu erlangen, die am besten wohl auch an dieser Stelle besprochen werden, da mit ihnen immer Musterausstellungen verbunden sind.

Als zum Ausstellungswesen gehörig kann man auch Sammlungen und Museen ansehen. Es ist daher nicht unangebracht, an dieser Stelle auch hierüber zu berichten.

Die Ständige Ausstellungs-Kommission für die deutsche Industrie hat ihr Jahrbuch für 1917 ausgegeben. Es enthält eine bemerkenswerte Abhandlung über das Ausstellungsunwesen und bietet Fingerzeige für die Bekämpfung der Auswüchse auf dem Gebiet des Ausstellungswesens. Das Buch enthält ein Verzeichnis in- und ausländischer Ausstellungen sowie ein Verzeichnis der Ausstellungs-Plakatsammlung.

Deutschland. In Charlottenburg hat eine Sparausstellung für Kohle, Gas und Elektrizität stattgefunden. Sie wurde zwischen Ende September und Anfang Oktober von der Tageszeitung „Die neue Zeit“ unter Mitwirkung der Städt. Gas- und Elektrizitätswerke und der Geschäftsstelle für Elektrizitätsverwertung veranstaltet. Es war das insofern ein Novum im Ausstellungswesen, als lediglich solche Gegenstände und Einrichtungen vorgezeigt und ausschließlich solche Vorträge gehalten wurden, durch deren Anwendung bzw. Befolgung eine Ersparnis erzielt werden kann[1]). — In Siemensstadt fand eine Werner-Siemens-Gedächtnis-Ausstellung statt von alten Versuchsmaschinen, Bildern, Schriftstücken usw.[2]) — Die Deutsche Luftkriegsbeute-Ausstellung im Zoologischen Garten in Berlin bot auch für den Elektrotechniker allerlei Sehenswertes. Diese Ausstellung wurde auch in verschiedenen anderen Städten, u. a. München, gezeigt[3]). — Von großem Interesse für die elektrische Industrie ist die dauernde Ausstellung von Ersatzstoffen im Zoologischen Garten zu Berlin. Sie ist aber nicht öffentlich, sondern nur gegen Vorweis zu besichtigen, den man durch den V. D. E. erhalten kann.

An der Leipziger Messe waren auch Feinmechanik und Elektrotechnik beteiligt. Es wurde auf Anregung des Vorstandes der Zentralstelle für Interessenten der Leipziger Mustermesse in Berlin ein Meßamt für die Musterlagermesse in Leipzig geschaffen. Der Hauptzweck ist eine großzügige Propaganda, insbesondere im Ausland für die Leipziger Messe[4]).

In Stuttgart wurde bei Jahresbeginn ein deutsches Auslandsmuseum gegründet mit dem Namen „Museum und Institut zur Kunde des Auslandes, Deutschtums und zur Förderung deutscher Interessen im Ausland“[5]). — Der Bericht des Deutschen Museums von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik weist eine trotz der Kriegszeit günstige Entwicklung auf.

Österreich-Ungarn. Von eigentlichen Ausstellungen wurde nichts berichtet, dagegen darf als Gegenstück zu dem Deutschen Museum in München das Technische Museum für Industrie und Gewerbe in Wien erwähnt werden, welches am 17. Juli eine Generalversammlung abgehalten hat[6]).

Europäisches Ausland.

Auch die **Schweiz** wird von jetzt ab regelmäßig in der zweiten Aprilhälfte eine allgemeine Musterschau veranstalten, die Gelegenheit geben soll, sich vom Stand der Schweizer Industrie und des Schweizer Gewerbefleißes ein Bild zu machen. Diese Schweizer Mustermesse, die erstmalig in Basel abgehalten wurde, dürfte auch für die Fabrikanten der Elektrotechnik nicht ohne Interesse sein[7]). — Eine wenig erfolgreiche Veranstaltung scheint die ständige Ausstellung in Genf zu sein, die von franzosenfreundlichen Firmen gegen das weitere Umsichgreifen deutscher Fabrikate in der Schweiz gerichtet ist[8]).

Auch die **Niederlande** haben voriges Jahr in Utrecht von Februar bis März eine „Erste Niederländische Messe“ abgehalten[9]).

Frankreich. In Paris hat die 10. Messe stattgefunden, an der sich mehr als 1500 Aussteller, ausschl. französische, beteiligten (Mitte Mai 1917)[10]). — Auch Lyon hat seit kurzem eine eigene Messe, deren zweite Ende März stattgefunden hat. Die Bestrebungen des Auslandes, unsere Leipziger Messe nachzuahmen, sind, wie man sieht, ziemlich verbreitet, doch werden sie keinen dauernden Erfolg haben, wie ein Berichterstatter ganz richtig meint, wegen der Eifersucht anderer Städte, welche ebenfalls derartige Veranstaltungen für sich wünschen. Die Lyoner Messe scheint speziell eine richtige Revue über die französische el. Industrie gewesen zu sein. Es wurden aber auch eine Anzahl ausländischer Firmen verzeichnet. Die Messe bot auch Gelegenheit zu allerhand Versammlungen[11]). — Auch eine Ausstellung einer Reihe von Schulen hat in Lyon stattgefunden[12]).

England. Im Victoria- und Albert-Museum in London wurde eine dritte britische Industrie-Ausstellung im März eröffnet[13]). — In Westminster war eine russische Ausstellung zu dem ausgesprochenen Zweck, möglichst viele Beziehungen für die Zeit nach dem Kriege herzustellen[14]).

Übersee.

Von einer Fischerei-Ausstellung in Berlin (wohl in Amerika) wird berichtet, bei der ein el. Apparat zum Fischfang beträchtliches Aufsehen erregt haben soll[15]). — In New York hat im Januar eine Automobilschau stattgehabt, bei der wie immer el. Automobile eine erhebliche Rolle spielten[16]). — Ebenda war auch im Herbst eine Elektrizitäts-Ausstellung, als deren Zweck angegeben wurde, zu zeigen, wie Handel, Industrie und Häuslichkeit durch die el. Energie auf ein höheres Niveau der Nutzbarkeit und Wirtschaftlichkeit gehoben werden können[17]). — Die Universität in Illinois hält alle zwei Jahre in Urbana eine el. Schau ab, sie fand vor. Jahr im April statt[18]). — In Toronto wurde eine kanadische Ausstellung von August bis September abgehalten, in der auch eine elektrotechnische Abteilung erwähnt wird. Beteiligt waren die Vereinigten Staaten, Mexiko, Westindien und Großbritannien[19]). — Nach Kriegsschluß ist zu Olympia eine Ingenieur-Ausstellung geplant[20]).



In Easton, Pa. hat eine elektrische Schau beim Lafayette College stattgefunden.[21])

Im Oktober fand in New York eine elektrische Ausstellung statt, die als besonders instruktiv bezeichnet wird. Es wurde etwas sehr Elektrisches gezeigt, es wird nämlich eine Ausstellung aller Flaggen der Alliierten besonders hervorgehoben. Im übrigen waren viele Anwendungen der Elektrizität für Heeres- und Marinezwecke zu sehen.[22])

In Rabat in Marokko soll eine Messe zur Förderung der Beziehungen zwischen Frankreich und Marokko abgehalten worden sein[23]).

[1]) Mitt. Ver. EW 1917, S 355. — ETZ 1917, S 519. — El. Kraftbetr. 1917, S 302. — [2]) ETZ 1917, S 251, 315. — [3]) Zschr. Ver. D. Ing. 1917, S 466. — Elektrizität 1917, S 431. — [4]) ETZ 1917, S 370. — [5]) Helios Fachz. 1917, S 107. — [6]) El. Masch.-Bau 1917, S 318. — [7]) Bull. Schweiz. EV 1917, S 130. — Elektrizität 1917, S 118. — El. Kraftbetr. 1917, S 80. — [8]) Elektrizität 1917, S 265. — [9]) El. Kraftbetr. 1917, S 135. — Elektrizität 1917, S 171. — [10]) Rev. Gén. de L'El. Bd 1, S 761. — [11]) Rev. Gén. de l'El. Bd 1, S 441, 464, 510, 584, 629. — Elektrizität 1917, S 118, 205. — ETZ 1917, S 238. — [12]) Rev. Gén. de l'El. Bd 2, S 282, 351, 401, 721. — [13]) Electr. (Ldn.) Bd 78, S 536; Suppl. 174. — [14]) Electr. (Ldn.) Bd 79, S 768. — [15]) Electr. (Ldn.) Bd 79, S 875. — [16]) El. World Bd 69, S 115. — [17]) Helios Fachz. 1917, S 7. — El. World Bd 69, S 1272. — [18]) El. World Bd 69, S 435. — [19]) Electr. (Ldn.) Bd 79, S 489. — [20]) Electr (Ldn.) Bd 78, S 533. — [21]) El. World Bd 70, S 1216. — [22]) El. World Bd 70, S 734. — [23]) Rev. Gén. de l'El. Bd 2, S 273.

Vereinswesen und Kongresse.

Von Prof. Dr. Otto Edelmann.

Deutschland. Der Verband Deutscher Elektrotechniker hat im Jahre 1917 keine Jahresversammlung abgehalten. Hingegen hielt der Deutsche Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine[1]) im Herbst zu Berlin seine 1. Hauptversammlung ab. Dieser Verband hat eine Geschäftsstelle für die Ausführung und Vermittelung von technisch-wissenschaftlichen Untersuchungen zwischen der Technik und den wissenschaftlichen Instituten errichtet. Ein Kriegsausschuß zur Durchführung des technischen Stellennachweises im Raume des vaterländischen Hilfsdienstes wurde geschaffen. Eine Reihe weiterer Verbände ist beigetreten.

Die Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft tagte zum vierten Male in Charlottenburg[2]).

Die Jahresversammlung der Elektrotechnischen Installationsfirmen Deutschlands trat am 18. Juni in Frankfurt a. M.[3]) zusammen. Natürlich spielte die Kriegswirtschaft dabei die Hauptrolle.

Am 28. April tagte der Bund der Elektrizitätsversorgungs-Unternehmungen Deutschlands[4]) zum zweitenmal in Berlin. Der Mitgliederbestand umfaßt jetzt sämtliche private Elektrizitätsversorgungs- und Finanzierungs-Gesellschaften von irgendwelcher Bedeutung. In den beteiligten Betrieben sind mehr als 2½ Milliarden angelegt. Kohlensteuer und Tariffragen bildeten die Hauptverhandlungsgegenstände.

Die Vereinigung der Elektrizitätswerke[5]) hielt ihre Hauptversammlung zu Berlin. Zur Feier des 25jährigen Bestehens wurde ein besonders hübsch ausgestatteter Bericht mit geschichtlichen Erinnerungen aus der Vereinigung herausgegeben. Erwähnenswert ist ein Vortrag über die „Volkswirtschaftliche Bedeutung der Elektrizitätsversorgung“ von Eheberg. — Berichte liegen noch vor von folgenden Unterverbänden: Rheinland und Westfalen in Düsseldorf[6]), Sachsen[7]), Württemberg[8]).

Der Verein Deutscher Ingenieure versammelte sich am 24. November zu Berlin[9]). Von Bedeutung waren für Elektrotechniker Vorträge über Kohlen-

wirtschaft und Dampfkesselbetrieb, ferner der Vortrag des Reichsrats Dr. v. Rieppel über „Ingenieur und öffentliches Leben.“ Der Verein Deutscher Ingenieure hat eine Prüfstelle für Ersatzglieder geschaffen, die große Bedeutung erlangt hat und die auch bereits Abzweigungen in anderen Städten bekommen hat. Auch die elektrotechnische Industrie ist an der Herstellung von Ersatzgliedern lebhaft beteiligt.

Für Elektriker haben noch folgende Versammlungen Wissenswertes geboten: Hauptversammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft[10]) (der neue Glühlampendraht und die Herstellung fadenförmiger Kristalle); Verein Deutscher Eisenhüttenleute[11]); der Verein Deutscher Maschinenbau-Anstalten[12]) und der Deutsche Industrieschutz-Verband, Dresden[13]).

Österreich-Ungarn. Die 14. Generalversammlung der Österreich-Ungarischen Elektrizitätswerke[14]) fand im März in Wien statt. Das Hauptthema war natürlich ein sehr zeitgemäßes: „Strompreiserhöhung und Abgabe von Sparmetallen.“ — Die Generalversammlung des Ungarischen elektrotechnischen Vereins[15]) beschäftigte sich vorzugsweise mit der Stellungnahme zur Elektrizitätssteuerfrage, mit der Initiative bezüglich einer elektrotechnischen Gesetzgebung und der Beteiligung an der Organisation der technischen und elektrotechnischen Kriegsmetall-Kommission. — Im April tagte der Deutsche Ingenieur-Verein[16]) in Mähren. Es wurde ein Vortrag von Zickler über „die zukünftige Elektrizitätsversorgung in Österreich“ gehalten. — Der Mitteleuropäische Wirtschaftsverband[17]) beriet im Juli in Budapest über die „Übergangswirtschaft“, die natürlich auch für die Elektrotechnik von größtem Interesse ist. — Der Verein Österreichischer Chemiker[18]) behandelte in seiner Versammlung die Stickstoffrage. — Im Oktober wurde zu Wien ein Reichsverein elektrotechnischer Handelsfirmen[19]) gegründet.

Europäisches Ausland.

Schweden. Zu Malmö wurden gelegentlich des Baltischen Ingenieurkongresses auch von den Elektroingenieuren Verhandlungen gepflogen[20]).

Polen. In Warschau wurde ein Elektrotechnischer Wirtschaftsverband[21]) gegründet, um unverzüglich Fühlung mit den deutschen und österreichischen Interessenvertretungen der elektrotechnischen Industrie zu suchen.

Schweiz. Im September fanden die Tagungen des Schweizer Elektrotechnischen Vereins und des Verbands Schweizerischer Elektrizitätswerke[22]) in Lugano statt. Es wurden Berichte über Überspannungsschutz, Heiz- und Kochapparate, Gebäudeblitzschutz und Wasserrechtsgesetz vorgelegt.

Frankreich. Die Société Internationale des Electriciens[23]) versammelte sich in Paris. — Über Kriegsbeschädigtenfürsorge am Nationalen Institut wird berichtet[24]). — Ein Congrès général du Génie civil national et interallié[25]) wurde zum Zweck der Organisation von Wissenschaft, Technik und Wirtschaft sämtlicher Industrien (selbstverständlich des für uns feindlichen Auslandes) gegründet. Es wurden sieben rein technische Sektionen gebildet: Öffentliche Arbeiten im Bauwesen; Transport; Maschinenbau; Motoren und Maschinenzubehöre; Berg- und Hüttenwesen; technische Physik und Chemie; angewandte Elektrizität; Landwirtschaft. Dazu kommen noch drei allgemeinere Sektionen wirtschaftlicher, hygienischer (einschließlich Sozialfürsorge) und gesetzgeberischer Art.

Italien. Die Società generale italiana di Elettrici, Mailand[26]), hat ein Preisausschreiben für eine el. Küche erlassen.

England. Aus England wird über folgende Veranstaltungen berichtet: Institution of El. Engineers[27]), Illuminating Engineering Society[28]), Incorporated Municipal El. Association[29]), Faraday Society[30]), British Engineers Association[31]), Tramways and Light Railways

Association[32]), The Municipal Tramways Association[33]), British El. & Allied Mfg. Association[34]).

Übersee.

Nordamerika. Es sind uns nur Nachrichten über amerikanische Veranstaltungen bekannt geworden. Bemerkenswert ist vor allem der Versuch, unter Mitwirkung der fünf größten Ingenieur-Vereinigungen der Vereinigten Staaten, eine Bereitschaft für den Kriegsfall (Industrielle Mobilmachung) schon in Friedenszeiten zu schaffen[35]).

Die National El. Light Association[36]) tagte im Mai in Atlantic City. — Die Jahrestagung der Illuminating Engineering Society[37]) trat in Philadelphia zusammen. — Es wird von einer Automotive El. Association[38]) berichtet, die ihre erste Jahresversammlung in Hot Springs abgehalten habe. — Die Society for El. Development[39]) in New York, welche etwa der deutschen Geschäftsstelle für Elektrizitätsverwertung entspricht, hat vom 15. März bis 15. April einen „Wire-Your-Home-Month" (Installiere-dein-Heim-Monat) festgesetzt. Schon Ende 1915 hatte dieselbe Gesellschaft eine „El. Prosperity Week" (el. Wohlfahrtswoche) abgehalten. — Ein der gegenwärtigen Zeit Rechnung tragender Vortrag über die Nutzbarmachung von el. Bahnen für den Heeresdienst wurde gelegentlich der 34. Jahresversammlung der New York Railway Association[40]) abgehalten.

Im Juni 1916 wurde im American Institute of Chemical Engineers[41]) ein Vortrag über die Erzeugung der selteneren Metalle gehalten. — Die American Electro Chemical Society[42]) beschäftigte sich während ihrer Versammlung in Detroit, Mich., hauptsächlich mit el. Öfen, insbesondere auch mit Elektrostahl. — Eine kombinierte Versammlung der American Electrochemical Society, der Chemical Society und der Society of Chemical Industries[43]) fand im Februar in New York statt. Das Hauptthema bildete Porzellan für el. Zwecke. — Weitere Berichte liegen vor über folgende Versammlungen: Association of Consulting Engineers[44]), International Association of Municipal Electricians in Niagara Falls[45]), Missouri El. Contractors in Missouri[46]), Western Society of Engineers in Chicago[47]), Annual Session of the Pacific Coast Jobbers in Del Monte[48]), El. Power Club in Washington[49]), Vereinigte Fabrikanten el. Bedarfsartikel in New York[50]), Pacific Coast Section der National El. Light Association[51]), 25. Jahresversammlung der Ges. zur Förderung der Ingenieurausbildung in Washington[52]), 10. Jahresversammlung der Pennsylvania El. Association[53]), Jahresversammlung der Assoc. of Edison Illuminating Cos.[54]), Jahresversammlung der Electrical Workers[55]), 5. Jahresversammlung der südöstl. Sektion der National El. Light Association[56]), Jahresversammlung der Nebraska-Sektion der N. E. L. A.[57]).

Auf den Krieg beziehen sich folgende Veranstaltungen: Organisationsversammlung der elektr. Fabrikanten des Kriegsdienst-Kommitees[58]) und Kriegskonferenz der New England Sektion der N. E. L. A.[59]).

[1]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 344. — ETZ 1917, S 142, 168, 611. — [2]) ETZ 1917, S 440. — Z. Beleucht. 1917, S 122, 136. — Elektrizität 1917, S 450. — [3]) ETZ 1917, S 370. — El. Masch.-Bau 1917, S 338. — Elektrizität 1917, S 272. — [4]) ETZ 1917, S 287. — El. Kraftbetr. 1917, S 144. — El. Masch.-Bau 1917, S 161. — [5]) Mitt. Ver. EW 1917, S 1, 55. — ETZ 1917, S 579. — Elektrizität 1917, S 20, 560. — [6]) Mitt. Ver. EW 1917, S 278. — [7]) Mitt. Ver. EW 1917, S 207, 277. — [8]) ETZ 1917, S 399. — [9]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 798, 807, 987. — El. Kraftbetr 1917, S 276. — ETZ 1917, S 29, 600. — [10]) El. Masch.-Bau 1917, S 50. — [11]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 289. — [12]) El. Kraftbetr. 1917, S 342. — [13]) El. Kraftbetr. 1917, S 295. — [14]) El. Masch.-Bau 1917, S 198, 245. — [15]) El. Masch.-Bau 1917, S 294. — [16]) Elektrotechn. Rundschau 1917, S 85. — [17]) El. Masch.-Bau 1917, S 222. — [18]) El. Masch.-Bau 1917, S 343. — [19]) El. Masch.-Bau 1917, S 348. — El. Kraftbetr. 1917, S 324. — [20]) ETZ 1917, S 13. — [21]) El. Masch.-Bau 1917, S 36. — [22]) Bull. Schweiz. EV 1917, S 240, 250, 261, 267, 304, 321, 325. — El. Masch.-Bau

1917, S 91, 198, 211, 212, 535. — [23]) Schweiz Bauztg. Bd 69, S 291. — [24]) Rev. Gén. de l'Él. Bd 2, S 842. — [25]) Rev. Gén. de l'El. Bd 1, S 882. — [26]) Rev. Gén. de l'Él. Bd 2, S 162. — [27]) Electr. (Ldn.) Bd 79, S 298, 307. — El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 566. — [28]) El. Rev. & Western El. 1916, Nr 10, S 404. — Electr. (Ldn.) Bd 79, S 299; Bd 80, S 502. — [29]) El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 667, 691. — Electr. (Ldn.) Bd 79, S 502. — [30]) Rev. Gén. de l'Él. Bd 2, S 802. — [31]) Electr. (Ldn.) Bd 79, S 754. — [32]) El. Rev. (Ldn.) Bd 81, S 3. — Electr. (Ldn.) Bd 79, S 542. — [33]) El. Rev. (Ldn.) Bd 81, S 286. — [34]) Electr. (Ldn.) Bd 78, S 558. — [35]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 57. — [36]) El. World Bd 69, S 811, 884, 894. — El. Masch.-Bau 1917, S 604. — [37]) Transact. Illum. Engin. Soc. Bd 11, S 836. — ETZ 1917, S 577. — Z. Beleucht. 1917, S 30, 50, 56. — [38]) Electr. (Ldn.) Bd 79, S 496, 638. — [39]) ETZ 1917, S 457, 517. — [40]) El. Masch.-Bau 1917, S 69. — [41]) El. Masch.-Bau 1917, S 38. — [42]) El. World Bd 69, S 1022. — [43]) El. World Bd 69, S 336. — [44]) Electr. (Ldn.) Bd 79, S 429. — [45]) Electr. (Ldn.) Bd 80, S 258. — [46]) El. World Bd 69, S 199, 240. — [47]) El. Rev. & Western El. 1916, Nr 4, S 139. — Helios Fachz. 1917, S 199. — [48]) El. World Bd 69, S 164. — [49]) El. World Bd 69, S 1173. — [50]) El. World Bd 69, S 386. — [51]) El. World Bd 69, S 813. — [52]) El. World Bd 70, S 226. — [53]) El. World Bd 70, S 537. — [54]) El. World Bd 70, S 540. — [55]) El. World Bd 70, S 733. — [56]) El. World Bd 70, S 877. — [57]) El. World Bd 70, S 877. — [58]) El. World Bd 70, S 1111, 1207. — [59]) El. World Bd 70, S 1259.

Bildungswesen.

Von Prof. Dr. J. Epstein.

Es ist natürlich, daß man in bezug auf das Bildungswesen überall aus dem gewaltigen Geschehen des Weltkrieges Folgerungen zu ziehen bestrebt ist. Ausbildungsfragen treten um so mehr in den Vordergrund, als man entweder, wie in Deutschland, mit einer erschwerten Stellung im Wirtschaftsleben rechnet, oder, wie in England, den Gegner, den man zunächst militärisch zu besiegen hofft, nach Kriegsschluß noch wirtschaftlich schlagen möchte. Allgemein ist man sich klar darüber, daß es sich nicht um Einflößung dieser oder jener Kenntnisse, sondern um Erziehungsfragen des Ingenieurs wie des Arbeiters handelt. Im Hinblick auf die erforderliche Ökonomie mit Menschenkraft, die Erkenntnis erhöhter Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Nation, wie teilweise auch aus ethischen Gründen treten die Bestrebungen, jedem Keime zur geeigneten Entwicklung zu verhelfen, „dem Tüchtigen freie Bahn", in den Vordergrund.

Dem Aufstieg stehen gerade in Deutschland vielfach Examensforderungen im Wege. Viele führende Persönlichkeiten des Ingenieurstandes, führt v. Rieppel[1]) aus, waren nicht Akademiker und darum solle man nicht unseren Nachwuchs künstlich eindämmen, nicht eine Quelle verstopfen, aus der dem Volksganzen immer neue Kraft sprudelt. Für die Eignung zum leitenden Ingenieur betont Weyrauch[2]) die hervorragende Wichtigkeit von Eigenschaften des Willens wie des Intellekts gegenüber der Fachbildung und warnt vom Standpunkt der Menschenökonomie aus, nur im Hinblick auf die Heranbildung der Wenigen, die für leitende Stellen in Frage kommen, den ganzen technischen Nachwuchs mit Dingen zu belasten, die nur Einzelne brauchen, und die die Gesamtheit in ihrer Fachausbildung schädigen.

Der „Deutsche Ausschuß für Erziehung und Unterricht", der 32 Verbände umfaßt, behandelt den „Aufstieg der Begabten" nicht im landläufigen Sinne als Weg zur Hochschule, sondern als den Weg zu demjenigen Beruf, für den der Betreffende befähigt ist[3]). Für den Aufstieg in der Technik soll die Schule, wie seit Jahren vom Ausschuß für technisches Schulwesen verfochten, die Grundlagen mathematisch-naturwissenschaftlicher Denkweise geben und die Fähigkeit, staatliche und kulturelle Zusammenhänge zu verstehen. Mehrfach findet neuerdings das Mannheimer Schulsystem Beachtung und Nachahmung[4]): In der allgemeinen Volksschule werden die Schüler nach ihren Fähigkeiten geschieden. So können die normalen unbehindert vorangeführt werden,

während die schwächeren in Förderklassen so weit gebracht werden, als ihren Kräften entspricht. Besonders Begabten wird durch Übergangsklassen der Weg in höhere Schulen gebahnt oder, soweit sie dies nicht wünschen, in fremdsprachlichen Klassen eine erweiterte Volksschulbildung vermittelt. Das Schlagwort „nationale Einheitsschule" kennzeichnet heute eine organische Zusammenfassung aller Schulgattungen von der Volksschule bis zur Universität mit vorgezeichneten Übergängen[5]). Die „Vorschulen" sollen wegfallen und eine Differenzierung der Schulen nach verschiedenen Aufgaben erst eintreten, nachdem die Befähigung erkennbar geworden ist. Größere Städte haben Schritte in den bezeichneten Richtungen eingeleitet und insbesondere Mittel bereitgestellt, um unbemittelten tüchtigen Leuten das Durchlaufen höherer Schulen zu ermöglichen.

Die trefflichen Erfahrungen mit deutscher Schulung im Felde wie in der Heimat spornen an, in den betretenen Bahnen fortzuschreiten. Ganz besonders finden sich die Vertreter mathematisch-naturwissenschaftlicher Schulung in ihrer Richtung bestärkt. Der Verein Deutscher Ingenieure[6]) empfiehlt gemeinsam mit anderen technischen und wirtschaftlichen Verbänden in einer Immediateingabe neben Ausdehnung und Vertiefung der Fächer Deutsch, Geschichte, Geographie die Naturwissenschaften, nicht nur wegen ihrer aufs neue erwiesenen Nützlichkeit sondern auch wegen ihrer idealen Bildungswerte, worin sie den sprachlichen Fächern nicht nachständen, und betont ferner Gestaltungskraft durch Zeichenunterricht, Körperpflege.

Der Deutsche Ausschuß für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht[7]) legt neben der logischen Schulung durch die Mathematik besonderen Wert auf die Ausbildung der räumlichen Anschauung und des Zahlensinnes. Einseitig nach der mathematisch-naturwissenschaftlichen Seite begabte Schüler empfiehlt er besonderer Berücksichtigung. Die Kgl. Preußische Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht, erst im Kriege ins Leben getreten, hat in ihren Fortbildungskursen die Anschauung und Betätigung in Laboratorium und Werkstatt gepflegt; der Hebung der Lehrmittelindustrie hat sie ihr Augenmerk zugewendet[8]).

Die deutschen Hochschulprofessoren für Elektrotechnik haben auf einer gemeinsamen Tagung Fragen erledigt, die den Übertritt der Studierenden von einer Hochschule zur anderen erleichtern sollen. Mechanische Technologie soll überall Gegenstand der elektrotechnischen Vorprüfung sein. Die Einrichtung der Wahlfächer in der Hauptprüfung hat sich vorzüglich bewährt. Die nächste Tagung soll sich weiter mit der Frage der Wahlfächer und mit der praktischen Ausbildung der Studierenden beschäftigen, sowie mit der Anerkennung der Maschinenbau-Vorprüfung als Vorprüfung in der Fachprüfung der Elektrotechnik[9]).

Volk[10]) gibt einen Vergleich der Lehrpläne der bestehenden Fachschulen für Elektrotechnik; er tritt bei einer mittleren Fachschule für einen solchen Lehrplan ein, der eine fünfjährige Praxis, wovon mindestens 2 Jahre in elektrotechnischen Betrieben, voraussetzt, ferner Vorkenntnis in Mathematik, Physik, technisches Zeichnen, die der Schüler sich vorher durch Abend- oder Sonntagsunterricht erworben haben soll. Im Unterricht soll den Übungen im Vergleich zu den Vorträgen der größere Raum eingeräumt sein.

Der Installateurverband betont die Notwendigkeit einer Lehre auch in der Werkstatt und besonderer Ausbildung in der Schwachstromtechnik[11]).

In Verfolg einer Eingabe des Deutschen Ausschusses für technisches Schulwesen über die Mißstände an privaten „Techniken" u. dgl. hat die preußische Regierung das gewerbliche Privatschulwesen geregelt[12]). Die Genehmigung wird an gewisse Forderungen, an die Ausbildung des Leiters wie der Lehrerschaft, Nachweis der erforderlichen Lehrmittel und Räume, Prüfung der Bedürfnisfrage geknüpft. Der Betrieb untersteht der Staatsaufsicht.

Die Siemens-Schuckertwerke veröffentlichen eine Beschreibung der Lehrlingsausbildung in ihren Berliner Werken[13]). Die Zahl beträgt ungefähr 400,

darunter auch weibliche Lehrlinge, die später Vorarbeiterinnen oder Meisterinnen werden wollen. Bei der Aufnahme wird Volksschulbildung mit guten Schulzeugnissen verlangt. Die Lehre dauert 4 Jahre, teils in Lehrlingswerkstätten, teils im Betriebe. Der Unterrichtsplan der Werkschule in Siemensstadt umfaßt 4 Jahre hindurch 7 bis 8 Wochenstunden. Die Hauptstundenzahl entfällt auf Zeichnen, dann folgen Deutsch und Bürgerkunde, Gewerbekunde, weitere Unterrichtsfächer sind Rechnen, Geometrie, Algebra, Physik, Kalkulation und Buchführung. Zur Erweiterung des Gesichtskreises werden Ausstellungen und Museen besucht und gemeinsame Ausflüge veranstaltet. Neben den Lehrlingen werden als Praktikanten zukünftige Studierende einer technischen Hochschule für einjährige Lehrzeit, als Lehrpraktikanten zukünftige Besucher eines Technikums für zweijährige Ausbildungszeit aufgenommen. Von den ersteren wird Primareife, von den letzteren Einjährigenzeugnis verlangt.

Der fachlichen Ausbildung der Verwundeten haben sich Hoch- und Fachschulen weiter gewidmet. Auch für die deutschen Internierten sind in Davos Unterrichtskurse eingerichtet worden, welche eine handwerkliche Fachschule und Sonderkurse für Studierende umfassen[14]). Perls[15]) berichtet eingehend über die Wiederertüchtigung schwer beschädigter Kriegsteilnehmer, selbst Blinder im Kleinbauwerk der SSW.

Mit den in kurzer Zeit angelernten weiblichen Hilfskräften wurden gute Erfahrungen gemacht, die wohl in Zukunft bei der Arbeiterausbildung zu beachten sein werden.

Sind die grundsätzlichen Fragen der Ingenieurausbildung in Deutschland in den Hintergrund getreten, da sie durch die Arbeiten des Deutschen Ausschusses für technisches Schulwesen vorläufig geklärt erscheinen, so hatte sich das Ausland noch mit ihnen zu beschäftigen und kam vielfach zu den gleichen Ergebnissen. Wie Matschoß[16]) berichtet, erwägt die schweizerische Regierung, ob und wie die Allgemeinbildung und die nationale Erziehung der Studierenden vor und nach Eintritt in die Eidgenössische technische Hochschule gehoben werden könne. Die Gesellschaft ehemaliger Studierender der eidgenössischen Hochschule erließ eine Rundfrage an die schweizer akademisch gebildeten Techniker. Fast einstimmig sprachen sich diese für eine Vertiefung wissenschaftlicher Grundlage auf Kosten von Spezialkenntnissen, die besser in der Praxis erworben würden, aus. Eine Verlängerung der Studienzeit wurde im allgemeinen abgelehnt. Praktische Lehrzeit wurde von den Maschineningenieuren fast durchgängig verlangt, Vermittelung staatsbürgerlicher Kenntnisse an der Hochschule von den meisten gefordert. Erziehung zum selbständigen Denken, zur Vertiefung und Beobachtung stehen in erster Linie. In der Besetzung der Lehrstühle durch in der Praxis bewährte Ingenieure wird eine Gefahr erblickt, das Hauptgewicht auf methodische wissenschaftliche Durchdringung gelegt. „Die Grundlagen sind das Fundament auf dem jeder weiterbauen kann und muß, der Oberbau braucht nur im Plan gezeigt und in den wichtigsten Teilen ausgeführt werden, den Rest kann man dann ruhig der selbständigen Arbeit des Studierenden und der Praxis überlassen." Der Präsident der Gesellschaft, F. Mouson, weist auf die ethischen Aufgaben des Ingenieurstandes hin. „Rückkehr zu einer idealen, weniger bloß materialistischen Lebensauffassung, zu jenem Gleichgewicht zwischen gesundem Egoismus und Altruismus, wo die naturnotwendige Wahrnehmung der persönlichen Interessen das Wohl des Ganzen nicht schädigt, sondern fördert."

Die Erkenntnis der Rückständigkeit der englischen Ausbildung tritt in englischen technischen Zeitschriften erneut in Erscheinung. Gegenüber den Anforderungen der Zeit nach dem Kriege wird eine gründliche Reform des ganzen technischen Ausbildungswesens als nationale Pflicht empfunden. Körperschaften, wie hervorragende Vertreter der Technik, beschäftigen sich eingehend mit der Frage, weite wissenschaftliche Kreise haben ein Memorandum an die Regierung eingereicht[17]). Die North East Coast Inst. of Eng. & Shipbuilders[18]) hat sich nach eingehenden Beratungen an den Erziehungsrat

gewendet, vor der Institution of Mech. Engineers behandelt der Vorsitzende das Gebiet in seiner Eröffnungsrede [19]). Von Stimmen aus elektrotechnischen Kreisen sei auf die Ausführungen von Robert W. Paul [20]) und Fleming [21]) hingewiesen. — Man ist sich darüber einig, daß der ganze Unterricht auf eine mehr wissenschaftliche Grundlage gestellt, der allgemein bildende Unterricht möglichst weit fortgesetzt, der Eintritt in die Lehre und der Beginn eines spezifisch technischen Unterrichtes möglichst weit hinausgeschoben werden soll [22]). Vielfach wird eine Vorbereitungsschule zwischen Volksschule und Eintritt in die Lehre verlangt. Während im allgemeinen die Volksschule bis zum 14. Jahre dauert, sollen die späteren Lehrlinge mit 12 oder 13 Jahren in eine technische Vorbereitungsschule übergehen, deren Aufgabe Weiterführung der Allgemeinerziehung verbunden mit zielbewußter Vorbereitung auf den Beruf sein soll, jedoch ohne Vorwegnahme der Lehrausbildung. Immerhin wird im Unterrichtsplan neben Englisch, Mathematik, Mechanik, Physik, Geographie, Wirtschaftskunde, technischem Zeichnen, auch Metall- und Holzbearbeitung vorgesehen. Der Arbeitgeber soll verpflichtet werden, Leuten etwa bis zum 17. oder 18. Jahre 6 Wochenstunden für Fortbildungsschulunterricht freizugeben.

Nach den Vorschlägen der North East Coast Inst. of Eng. & Shipbuilders sollen die von der Vorbereitungsschule abgehenden Schüler gesichtet werden: die überwiegende Zahl tritt mit etwa 16 Jahren in die Lehre, wobei der Arbeitgeber verpflichtet werden soll, 2—3 Halbtage in der Woche für technische Fortbildungsschule freizugeben, vom 18. Jahre ab kann dann freiwilliger Besuch von Abendkursen eintreten. Eine Auswahl jedoch, die für gehobene Stellungen geeignet erscheint, soll vom 16. bis 18. Jahre ab eine solche Lehre durchmachen, daß sie die Hälfte der Woche in der Werkstatt unterwiesen wird, die andere Hälfte der Woche auf einem Technikum ihre Ausbildung, die auch eine fremde Sprache einschließen soll, fortsetzt. Nach Schluß der Lehre soll abermals gesiebt werden, und zwar sollen jetzt besonders vielversprechende Leute der Universität zur Weiterbildung überwiesen werden. Um Unbemittelten diese Ausbildung zu ermöglichen, sollen von der Industrie Gelder zur Verfügung gestellt werden. Eine höhere Einschätzung akademischer Bildung wird angestrebt und empfohlen, den Universitäten weitergehende staatliche Berechtigungen zu verleihen.

Die Forderung, daß die Schule mehr Erziehung, weniger Unterricht geben soll, deckt sich mit der in anderen Ländern. Hingegen tritt in England schärfer als anderwärts die Forderung nach Stärkung des sozialen Gewissens des Arbeiters hervor, damit er seine Arbeitskraft voll einsetze. So verlangt Robert W. Paul für die Lehrer harte Arbeitsnaturen, keine Weichlinge, Leute mit Verantwortungsgefühl für die industrielle Zukunft des Landes. Dem Schüler soll Interesse für Industrie und Verständnis für den Wert produktiver Arbeit gegenüber einer nur bezahlten Tätigkeit eingeflößt werden.

In seiner Antrittsrede vor der Inst. of Mech. Eng. empfiehlt Longridge entweder das Entlassungsalter aus der Volksschule zu erhöhen, oder in den ersten Jahren praktische Lehre und Schulbesuch zu kombinieren. Andernfalls sollten die Fabriken Lehrlinge nicht unter 15 bis 16 Jahren einstellen, die bis dahin technische Vorbereitungsschulen besuchen sollten. Von einer Schulgattung zu der nächst höheren soll ein direkter Übergang bestehen. Jeder Hochbegabte, wenn auch Unbemittelte müsse die ganze Stufenleiter von der Volksschule bis zur Universität erklimmen können.

Fleming beschreibt die Ausbildung bei der Britischen Westinghouse-Gesellschaft, die 400 Lehrlinge unterweist. Die Eignung wird nach psychologischen Methoden untersucht. Fünf Unterrichtsstunden wöchentlich betreffen allgemeine Ausbildung, Skizzieren, Lesen von Zeichnungen, Materialkunde, Arbeitsmethoden, Elektromagnetismus. Von den Lehrlingen werden jährlich 20 besonders tüchtige für den Besuch des städtischen Technikums ausgesucht. Auch er tritt dafür ein, daß die Lehre erst mit 16 Jahren beginnen soll.

Es fehlt nicht an Stimmen, die von einer Überschätzung der Anforderungen an die Ausbildung warnen unter Hinweis auf die in der Kriegsindustrie gemachten Erfahrungen[23].

In Amerika unterhielt der Erziehungsausschuß einen Fernunterrichtskursus für technische Kaufleute mit ca. 1400 Teilnehmern[24]; der fünfte Teil verblieb bis zum Schluß und 25% davon konnten das Zeugnis erhalten. Ein weiterer Fernkursus über allgemeine Elektrotechnik war für Leute der Praxis ohne theoretische Vorbildung bestimmt. Trotz schlechter Ankündigung fanden sich ca. 500 Teilnehmer. Derartige Kurse, von gewissenhafter Seite unterhalten, finden also hiernach in Amerika viel Anklang. Auch in Deutschland scheint sich ein Bedürfnis nach ihnen herauszubilden.

Ein Überblick über die Veröffentlichungen ergibt folgende Richtlinien:

Die guten Erfahrungen beim Anlernen der weiblichen Hilfskräfte wie der Kriegsbeschädigten sind zu beachten. Die vom Deutschen Ausschuß verfochtene Forderung der breiten Grundlage einer guten Allgemeinbildung gewinnt auch im Ausland mehr und mehr Boden. Die Notwendigkeit erhöhter Nutzbarmachung aller geeigneten Kräfte im Interesse der nationalen Industrie drängt überall zu einem einheitlichen Ausbildungssystem, das jedem nach Bewährung ein weiteres Fortschreiten ermöglichen soll unter weitgehender Übernahme der Kosten durch die Allgemeinheit.

[1]) v. Rieppel, Z. V. D. Ing. 1917, S 991. — [2]) Weyrauch, Techn. u. Wirtsch. 1917, S 553. — [3]) P. Petersen, Der Aufstieg der Begabten. — [4]) Scholz, Mannheimer Schulsystem. Päd. Mag. Heft 256. — [5]) J. Teves, Die deutsche Einheitsschule. — [6]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 287. — [7]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 703. — [8]) ETZ 1917, S 287. — [9]) ETZ 1917, S 198. — [10]) Volk, ETZ 1917, S 348. — [11]) Elektrizität 1916, S 608. — [12]) Z. V. D. Ing. 1917, S 619. — [13]) SSW, Die Lehrlingsausbildung in unseren Berliner Werken. — [14]) Techn. u. Wirtsch. 1917, S 444. — [15]) Perls, ETZ 1917, S 94. — [16]) Matschoß, Z. V. D. Ing. 1917, S 937. — [17]) Electr. (Ldn.) Bd 78, S 438. — [18]) Engineering Bd 104, S 104, 467. — Electr. (Ldn.) Bd 79, S 707. — [19]) M. Longridge, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 220. — [20]) R. W. Paul, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 119. — [21]) Fleming, Engin. Bd 104, S 471. — [22]) F. M. Denton, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 14. — [23]) Electr. (Ldn.) Bd 79, S 22. — [24]) El. World Bd 69, S 909.

Sozial-Technisches.

Von Georg Osenbrügge.

Gesetzgebung. Von neuen Bestimmungen auf sozialem Gebiet sind einige bemerkenswert; vor allen Dingen verdienen die Bestrebungen, welche auf die Änderung der gesetzlichen Bestimmungen betreffend Befähigung für den höheren Verwaltungsdienst hinzielen, besondere Beachtung.

Ein ministerieller Runderlaß (vom 1. 2. 17) enthält Unfallverhütungsvorschriften bei Eisenbauten[1]), ein Erlaß des Handelsministers (12. 11. 16) befaßt sich mit der Verwendung kriegsbeschädigter Seeoffiziere im Gewerbeaufsichtsdienst und (7. 7. 17) von Kriegsteilnehmern zur Vorbereitung in den Gewerbeaufsichtsdienst[2]) und eine Verordnung des Bundesrats (15. 11. 17) mit der Unfallversicherung von Betriebsbeamten[3]). — Ein Erlaß des preußischen Ministers für Handel und Gewerbe (3. 8. 17) bringt Bestimmungen über Krankenkassen als behördliche Einrichtung[4]). — Nach einem Erlaß des Kriegsministers haben die Kriegsamtstellen dafür Sorge zu tragen, daß in Fabriken mit vielen Arbeiterinnen Fabrikpflegerinnen angestellt werden[5]). — Das Reichsversicherungsamt hat (20. 12. 16) Bestimmungen getroffen über die Beschäftigung von weiblichen und jugendlichen Personen und von Kriegsbeschädigten in gefährlichen Betriebseinrichtungen[6]). — Der Geschäftsbericht des Reichsversicherungsamtes für 1916 bringt über Unfall-, Invaliden- und Hinterbliebenen- sowie Krankenversicherung wichtige Mitteilungen[7]).

John May[8]), Präsident des schwedischen Reichsversicherungsamtes, berichtet über das schwedische Arbeiter-Versicherungsgesetz vom 10. Juni 1916. — In Österreich wurde ein Ministerium für Volksgesundheit und soziale Fürsorge geschaffen[9]).

Die Technikerfrage. In Österreich hat die Berufsbezeichnung „Ingenieur" Rechtsschutz erhalten[10]). — Der Mitteleuropäische Verband akademischer Ingenieurvereine wünscht das gleiche für Deutschland zu erreichen[11]).

Macco[12]) schnitt im preußischen Abgeordnetenhause die Frage über Zulassung der Ingenieure für den höheren Verwaltungsdienst an, ohne jedoch seitens der Regierung und der Abgeordneten Unterstützung zu finden. — W. Franz[13]) sieht die Ursachen der Zurücksetzung des Technikers in der Ausbildung, die darauf hinausgeht, in einem Sondergebiet Hervorragendes zu leisten. Nach Franz sollte die Technische Hochschule (wie die Universität) eine Hochschule der höheren Verwaltung werden; er wünscht, die preußische Staatsverwaltung möge sich bereit finden lassen, dem Gesetz vom 10. August 1906, betreffend die Befähigung für den höheren Verwaltungsdienst, eine Fassung zu geben, nach der die Laufbahn der höheren Verwaltung auch den Akademikern der Technischen Hochschule freigegeben werde. — M. Kraft[14]) betont, daß heute in allen Staatsverwaltungen ein Dilettantismus herrscht, in welchem die staatliche Beeinflussung der güterherstellenden Volkstätigkeit in oberster leitender Entscheidung nicht dem wissenschaftlich gebildeten Techniker, sondern dem Juristen anvertraut ist. Er wünscht, daß den Hörern der technischen Hochschule am Ende ihrer Studienzeit der oberste höchste Zweck ihrer zukünftigen Tätigkeit, die Förderung der wirtschaftlichen Wohlfahrt des Volkes, gezeigt und klargelegt werde. — R. Eickhoff[15]) führt aus, daß durch das Juristenmonopol zahlreiche wertvolle Kräfte der Staatsverwaltung ferngehalten werden, die ihr sonst nützliche Dienste hätten leisten können; sie widmen sich der Privatwirtschaft, wo sie häufig genug zu Führern unseres ganzen Wirtschaftslebens emporwachsen. Derartigen Männern darf im Staatsinteresse der Zutritt zur Staatsverwaltung nicht länger vorenthalten werden. — Nach Bozi[16]) gehört die Zukunft mehr als bisher der erfahrungswissenschaftlichen Intelligenz. Er schlägt vor, zunächst die Kommunalverwaltungen zur Übernahme technisch vorgebildeter Kräfte in die Verwaltung zu bewegen; dann bliebe später dem Gesetzgeber nur die Aufgabe, eine vollendete Tatsache gutzuheißen. — Schleicher[17]) weist nach, daß die Verwendung von Technikern im Verwaltungsdienst von Kommunen schon gute Erfolge gezeitigt hat. Er tritt ebenfalls für eine Änderung des Gesetzes von 1906 ein; ein vierjähriges Studium der Technik und der Staatswissenschaften sei dem dreijährigen Studium der Rechte und der Staatswissenschaften gleichzusetzen. — v. Moellendorf[18]) hält das Überhandnehmen der privaten Wirtschaft und den Mangel an nationaler Wirtschaft für die Wurzel des jetzigen Krieges und den Aufbau von Gemeinwirtschaft für zweckmäßig. Der Techniker hat bisher allzu willig von Juristen, Offizieren usw. seine Teilaufgabe entgegengenommen. Der Bedarf an wirtschaftlicher Mitarbeit des Technikers hat sich zusehends verstärkt; wir benötigen daher nicht neue Kreise von Berechtigten, sondern Auslese aller Befähigten und für deren Fähigkeit Gelegenheit zu verantwortlicher Arbeit.

H. W. Buck[19]) schildert die Bedeutung der Ingenieurwissenschaft in Amerika in der heutigen Zeit. Durch die Vereinigung der Ingenieure aus allen Spezialgebieten und die Bildung von Ingenieurkammern soll mehr Einfluß auf das öffentliche Leben und die Wohlfahrt des Landes genommen werden. Die Spezialisierung hat bisher den Ingenieur von einer Betätigung auf diesem Gebiete im allgemeinen ferngehalten.

Gefahren der Elektrotechnik. P. M. Grempe[20]) berichtet über Gefahrenbekämpfung in Elektrizitätsanlagen und stützt sich hierbei auf die Ausführungen von H. Boruttau und anderer Forscher. Die Lebensgefahr des Starkstromes ist überwiegend in Herzlähmung durch Kammerflimmern zu sehen, welches auch schon bei gebräuchlicher Niederspannung eintreten kann. Bei

eingetretenem Kammerflimmern und stillstehendem Herzen ist die lang fortgesetzte künstliche Atmung zwecklos. — S. Jellinek[21]) teilt in seinen Ausführungen die Gefahr durch Berührung mit elektrischem Strom in mittelbare und unmittelbare ein; der Tod durch Elektrizität sei nur ein Scheintod, weshalb andauernde Wiederbelebungsversuche durch künstliche Atmung in allen Fällen empfohlen werden. Jellinek hat Anleitungen für erste Hilfeleistung aufgestellt, die allgemein in elektrischen Betrieben Österreich-Ungarns Eingang gefunden haben.

W. E. Burge[22]) berichtet auf dem Jahrestag der amerikanischen Illuminating Engineering Society in Philadelphia 1916 über Forschungen an lebenden Organismen über Schädigungen durch ultraviolette Strahlen im Auge und auf der Haut.

K. Alv sl eb en[23]) hat über das Auftreten und den Verlauf der Irrströme elektrischer Grubenbahnen in bezug auf die Sicherheit des Grubenbetriebes Messungen angestellt. Nur die weitaus geringste Zahl der Zündunfälle läßt sich auf Irrströme zurückführen, die meisten Unfälle sind in der elektrischen Zündung selbst begründet. Um allen vorkommenden, den Betrieb gefährdenden Störungen und Unfällen zu begegnen, werden verschiedene Schutzmaßnahmen empfohlen.

Bei einer Anzahl Brandfälle in Berlin und den Vororten, die auf Kurzschluß zurückgeführt wurden, ergab sich, daß andere Ursachen zugrunde lagen[24]).

Nach dem Jahresbericht der staatlichen Inspektoren für die elektrischen Anlagen Norwegens betrug die Zahl der Brände, die durch elektrische Anlagen verursacht wurden, im Jahre 1915/16 im ganzen 25, auch 8 Unglücksfälle waren auf elektrische Anlagen zurückzuführen[25]).

Durch elektrische Lampen wurde in Preußen in den Jahren 1907 bis 1913 im Durchschnitt für 36000 M Schaden verursacht und es konnte für 571891 M Schaden durch elektrische Leitungen nachgewiesen werden[26]).

Ein Aufseher stand bei der Ausbesserung einer Signalleitung auf dem unteren Querarm eines Gittermastes und kam, sich aufrichtend, mit dem Kopfe an die Hochspannungsleitung (10000 V Drehstrom); der Tod trat sofort ein.

Ein tödlicher Unfall ereignete sich im Hauptstollen eines Salzbergwerkes durch Berührung einer Fahrdrahtleitung, die 150 V Wechselstrom führte, ein anderer durch Berührung mit 110 V Drehstrom[27]).

Hanauer[28]) weist darauf hin, daß die Unfälle während des Krieges durch die große Zahl neu eingestellter ungelernter Arbeiter vermehrt worden sind. Ein Runderlaß des Reichsversicherungsamtes gibt die Gründe für die Zunahme der Unfälle an.

Unfallstatistik. Im Jahresbericht des Dampfkessel-Überwachungsvereins der Zechen im Oberbergamtsbezirk Dortmund für 1916/17 wird über 30 Unfälle in elektrischen Anlagen berichtet, von denen 15 tödlich verliefen. Ein tödlicher Unfall ereignete sich durch eine Glühlampe bei 220 V Drehstrom[29]). — M. Vogel[30]) berichtet über 15 elektrische Unfälle im oberschlesischen Industriebezirk im Jahre 1916/17, 4 in Niederspannungs- und 11 in Hochspannungsanlagen, von letzteren waren 5 tödlich. — Nach der vom Kgl. Kommissariat für el. Bahnen in Sachsen aufgestellten Statistik betrug 1916 die Zahl der Unfälle 502, die der verletzten Personen 457. Beschädigungen durch el. Strom haben nicht stattgefunden[31]). — Die Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik[32]) verzeichnet für 1916 102 (108) Unfälle durch el. Strom, von denen 50 (55) tödlich verliefen. Die Todesfälle haben sich gegen das Vorjahr um rund 10% vermindert, wohl infolge des Mangels an Arbeitskräften und weil neue Werke und Erweiterungen nur in beschränktem Umfange in Angriff genommen worden sind.

Im Jahre 1916 sind dem Elektrotechnischen Verein Wien 35 Unfälle (4 tödliche) in el. Betrieben gemeldet worden[33]).

In der Schweiz ereigneten sich 1916 39 Starkstromunfälle (25 tödliche), die sich außerhalb von Bahnanlagen zugetragen haben. Durch Niederspannung

verunglückten 14 Personen (9 tödlich). 3 Unfälle (2 Todesfälle) sind auf unvorschriftsmäßige Handlampen zurückzuführen[34]).

Unfallverhütung und Arbeiterschutz. Aus dem Jahresbericht der Nordöstlichen Eisen- und Stahl-Berufsgenossenschaft für 1916 sind erwähnenswert Merkblätter über „Anleitung zur Erhöhung der Sicherheit in Granatendrehereien" und „Aufforderung betreffend Benutzung unfallsicherer oder unfallmindernder Kleidung der Versicherten"[35]).

Zur Verhütung von Unfällen hat die AEG in ihren Betrieben Schutzkleidungen für Arbeiter und Arbeiterinnen eingeführt, von denen besonders erwähnenswert sind: Schutzmützen für Arbeiterinnen, Handschutzleder für Blechtransport, säurefeste Anzüge für Beizereien u. a. m. Auf das Tragen enganliegender Arbeitskleidung wird besonderer Wert gelegt. Im Hygienemuseum der AEG wird den Leuten die Unfallverhütung durch das Tragen vorschriftsmäßiger Kleidung gegenüber der unvorschriftsmäßigen noch besonders vor Augen geführt[36]). — Auch die von der AEG getroffenen Schutzmaßnahmen für Augenschutz, Arbeiten mit Hammer und Meißel, Lagerung von Ankern u. a. m. sind bemerkenswert[37]).

W. Schiff[38]) bringt eine Übersicht der Gesetze und Verordnungen betreffend den Arbeiterschutz in sämtlichen europäischen Staaten, wobei auch die Heimarbeit Erwähnung gefunden hat.

E. Löwinger[39]) berichtet über Unfallverhütung und Arbeiterschutz in der amerikanischen Industrie. Um die Fortschritte zu zeigen, ließen die Unternehmer ein großes Modell anfertigen, welches auf der einen Seite eine Fabrikeinrichtung zeigt, wie sie noch vor zehn Jahren in der Union üblich war, auf der andern Seite Einrichtungen neuester Konstruktion mit allen Vorkehrungen zur Verhütung von Unfällen.

Zur Verhütung von Paniken bei Brandausbrüchen sind in den großen Werken besondere Abteilungen geschaffen, die die Arbeiter mit der Handhabung sämtlicher vorhandenen Löscheinrichtungen vertraut machen und Übungen ausführen, die ein ordnungsmäßiges Verlassen der Fabrikgebäude im Ernstfall garantieren sollen.

Die United Railway and El. Co. Baltimore hat in Versform auf Karten Sicherheitsmaßnahmen herausgegeben, deren Anfangsbuchstabe fortlaufend ein Buchstabe des Alphabets ist. Diese Karten werden in Schulen, Fabriken usw. verteilt und sind in den Wagen der Gesellschaft angebracht[40]). — Ähnlich verfährt die Kansas City Railway[41]).

S. W. Stratton[42]) berichtet über seine vom Bureau of Standards in Washington herausgegebene Zusammenstellung von Sicherheitsmaßnahmen in elektrischen Betrieben, die auf Grund eingehender Besprechungen mit den in Frage kommenden Firmen entstanden sind.

Anläßlich des Krieges wird in Amerika zum Schutze der Arbeiter und der Fabrikanlagen, die militärischen Interessen dienen, sowie der elektrischen Zentralen eine ständige Bewachung, außerdem Umgeben der Anlagen mit einem Drahtzaun od. dgl. und bei Nacht weitgehendste Beleuchtung empfohlen[43]).

Nach C. E. Clewell[44]) waren in Amerika im Jahre 1913 von 91000 Unfällen 23,8% direkt oder indirekt der unzulänglichen Beleuchtung zuzuschreiben.

Soziale Fürsorge. F. Ludwig[45]) berichtet über Erfahrungen mit weiblichen Hilfskräften im Elektromotorenwerk der SSW, welches sich seit Anfang 1916 mit der Ausbildung weiblicher Hilfskräfte befaßt und gute Erfolge erzielt hat. — Ähnlich werden bei Rob. Bosch A.-G. nach P. Wolfart[46]) weibliche Hilfsarbeiterinnen für den Betrieb angelernt.

Die Anregungen des Experimentalpsychologen Münsterberg[47]) zur Prüfung der Berufseignung des einzelnen haben in Amerika, namentlich bei der Prüfung von Straßenbahnfahrern, von Schiffspersonal, von Telephonbediensteten u. a. m. weitgehende Beachtung gefunden. Auch in Deutschland hat

beispielsweise die Sächsische Staatseisenbahnverwaltung veranlaßt, daß die Bewerber für bestimmte Dienstzweige nach dieser Richtung hin auf ihre Eignung geprüft werden.

Bereits seit längerer Zeit haben umsichtige Unternehmer in ihren Fabriken besondere Pflegerinnen angestellt, deren Arbeitsgebiet im wesentlichen folgendes ist: Fürsorge für das leibliche und sittliche Wohlergehen der Arbeiterinnen, Unterricht und Belehrung sowie Verwaltung der Wohlfahrtseinrichtungen[48]). — Das Soziale Museum in Frankfurt a. M. hat für den Anstellungsvertrag von Fabrikpflegerinnen einen Entwurf ausgearbeitet und Richtlinien für deren Tätigkeit aufgestellt[49]).

Die Badische Gesellschaft für Hygiene hat eine Vierteljahrsschrift „Sozialhygienische Mitteilungen für Baden" herausgegeben, die aus Karlsruhe, Herrenstraße 34, zu beziehen ist[50]).

P. M. Grempe[51]) weist zunächst auf die Vor- und Nachteile der Teilarbeit hin. Durch Berufswahl und Berufsberatung sollen die Kriegslücken in der Arbeiterschaft durch brauchbaren, allen Anforderungen entsprechenden Ersatz ausgefüllt werden. Er glaubt, daß die richtige Auswahl von Menschen, die ihren Wünschen und Fähigkeiten entsprechend beschäftigt werden, die schlimmen Folgen der Kriegszeit ausgleichen und bald überwinden helfen wird. — Auch E. Toussaint[52]) und Schulz-Mehrin[53]) beschäftigen sich mit der Behebung von Übelständen infolge des durch den Krieg verursachten Mangels an Facharbeitern.

K. Hartmann[54]) weist darauf hin, daß die Berufsgenossenschaften bei der Gewährung von Ersatzgliedern, Gliedstützen usw. für Unfallverletzte die Erfahrungen der Prüfstelle für Ersatzglieder in Charlottenburg benutzen sollten.

Im Sozial-Museum in Zürich werden den Besuchern volkswirtschaftliche Tatsachen, Gesetze und Entwicklungstendenzen, die Resultate der sozialen Bewegung und der Sozialpolitik soweit möglich in Bildern, Modellen und Apparaten vor Augen geführt[55]).

E. Honigmann[56]) teilt aus dem Jahresbericht der k. k. Gewerbeinspektion für das Jahr 1915 mit, daß in den Betrieben die Zahl der männlichen Arbeiter abgenommen, während weibliche und jugendliche eine bedeutende Zunahme erfahren haben. Überall macht sich der Mangel an Lehrlingen bemerkbar; das gewerbliche Fortbildungsschulwesen hat sich wegen der fehlenden Schüler nicht in wünschenswerter Weise entwickeln können.

Nach Kents[57]) Versuchen bleibt die Ermüdung der Arbeiter infolge Überstunden bestehen, wenn die Ruhe am Wochenende aufgehoben wird. Leistungsfähigkeit und Arbeitsertrag werden herabgesetzt, wenn die Überstunden am Ende der Woche geleistet werden. Früher Beginn der Arbeit am Morgen ist Überstunden am Abend vorzuziehen. Die Kürzung der 12stündigen Arbeitszeit um $^1/_6$ hatte eine absolute Steigerung der Erzeugung um mehr als 5% zur Folge. Häufiger Schichtwechsel bei ununterbrochener Arbeitszeit ist richtiger als verlängerte Arbeitszeit. Auch gegen die Sonntagsarbeit wendet sich Kent.

Ed. E. Wall[58]) in St. Louis warnt vor Übertreibung des Taylorsystems, die er darin sieht, daß man auch für alle Betätigungen des täglichen Lebens, ja für die Ausnutzung der Frei- und Erholungszeit den höchsten Wirkungsgrad verlangt.

Wie im vorigen Jahre, so nimmt auch im Berichtsjahre die Fürsorge für Kriegsbeschädigte unser größtes Interesse in Anspruch. P. H. Perls[59]) hat die von ihm geschaffene Arbeitsmöglichkeit für Kriegsblinde im Kleinbauwerk der SSW weiter ausgebaut. Die Blinden leisten Arbeiten mit der Hand; an kleinen und an größeren Maschinen. Die Erfahrungen mit den Leuten und den geleisteten Arbeiten waren bisher sehr gut. — Auch der Wiederertüchtigung schwerbeschädigter Kriegsteilnehmer, insbesondere der Arbeitstherapie hat P. H. Perls[60]) sein Interesse zugewendet.

Der Physikalische Verein in Frankfurt a. M. hat im Jahre 1915 einen regelmäßigen Lehrkursus für verwundete und invalide Elektromonteure und Elektrotechniker eröffnet[61]. — Der Verein Deutscher Ingenieure hat eine Berufsberatungsstelle für kriegsbeschädigte Elektrotechniker ins Leben gerufen[62]. — Auch in den feindlichen Ländern ist man an der Arbeit, den Kriegsbeschädigten für ihre Berufstätigkeit brauchbare Hilfsmittel zur Verfügung zu stellen. Über die Vorarbeiten und die Vorversuche, die mit den Verletzten in Frankreich angestellt wurden, berichtet die Zeitschrift „Le génie civil"[63].

Die vom Verein Deutscher Ingenieure gegründete Prüfstelle für Ersatzglieder hat ihr ursprüngliches Arbeitsgebiet bedeutend erweitern müssen und ihre Tätigkeit auch auf die Beratung der geheilten Amputierten, Verwertung der Ergebnisse bei der Wiedereinschulung Amputierter u. a. m. ausgedehnt[64]. — G. Albrecht[65] bringt in Vorschlag, lokale Arbeitszentralen zu schaffen, die dafür zu sorgen hätten, in Verbindung mit den Arbeitsnachweisen, Fürsorgestellen usw. die aus dem Felde heimkehrenden Krieger in Arbeit und Verdienst herüberzuleiten. — Die Stadt München hat für die Wiedereinstellung einberufener städtischer Arbeiter und die Einstellung von Kriegsinvaliden bemerkenswerte Grundsätze aufgestellt[66].

Nach K. Hartmann[67] hat das Reichsversicherungsamt den Berufsgenossenschaften eine wohlwollende Auslegung der Unfallverhütungsvorschriften empfohlen, um die Beschäftigung von Kriegsbeschädigten in den Betrieben zur Durchführung der Arbeitstherapie und zur Wiederaufnahme der Berufsarbeit nicht mehr als notwendig zu hindern.

P. Martell[68] sieht es als die vornehmste Aufgabe der Industrie an, Hand in Hand mit der Medizin alle verfügbaren Mittel zur Wiederherstellung der kriegsbeschädigten Berufsarbeiter anzuwenden. Als vorzügliches Mittel gelten die Industriewerkstätten, von denen er diejenigen der Aktien-Gesellschaft für Bergbau und Hüttenbetrieb Phönix, Abt. Düsseldorfer Röhren und Eisenwalzwerk, eingehend beschreibt.

Th. Wolff[69] berichtet über die Wiedereinstellung Kriegsbeschädigter in der Elektrizitätsindustrie und führt einige Kunstarme und Arbeitsbehelfe an, die aus dieser Industrie hervorgegangen sind.

Im technologischen Gewerbemuseum in Wien ist ein Kursus eingerichtet, in welchem eine Anzahl Kriegsbeschädigter zu Betriebs- und Aufsichtspersonen, sowie zu Wärtern in elektrischen Betrieben herangebildet werden[70].

Das Polytechnische Institut in Northampton in England hat Kurse für kriegsbeschädigte Soldaten und Seeleute eingerichtet, damit solche in elektrischen Betrieben als Schaltwärter usw. Verwendung finden[71].

Wohlfahrtseinrichtungen. P. M. Grempe[72] weist auf die Notwendigkeit der Massenspeisungen in den Großbetrieben der Rüstungsindustrie hin und teilt mit, daß das Kriegsamt die Ausbildung von Leiterinnen für derartige Massenspeisungen empfohlen hat. — Die Fabrikleitung des Kabelwerkes der AEG hat für ihre Arbeiter und diejenigen der Nationalen Automobilgesellschaft eine Fabrikküche eingerichtet[73].

Die Erich-Rathenau-Stiftung verteilte im Jahre 1917 19150 M an Stipendien zur Ausbildung von Söhnen der Angestellten in einem technischen Beruf[74].

[1] Z. Ver. D. Ing. 1917, S 222. — [2] Soztechn. 1917, S. 148. — [3] Arb.-Versorg. 1917, S 780. — [4] Arb.-Versorg. 1917, S 583. — [5] Concordia 1917, S 84. — [6] Soztechn. 1917, S 58. — [7] Arb.-Versorg. 1917, S 404, 428. — [8] John May, Arb.-Versorg. 1917, S 379. — [9] Concordia 1917, S 191. — [10] ETZ 1917, S 225. — [11] ETZ 1917, S 549. — [12] Macco, El. Kraftbetr. 1917, S 58. — [13] W. Franz, ETZ 1917, S 253, 268. — [14] M. Kraft, ETZ. 1917, S 526. — [15] R. Eickhoff, ETZ 1917, S 526. — [16] Bozi, ETZ 1917, S 526. — [17] Schleicher, ETZ 1917, S 535. — [18] v. Moellendorf, ETZ 1917, S. 535. — [19] H. W. Buck, El. World Bd 70, S 4. — [20] P. M. Grempe, El. Anz. 1917, S 346, 362, 378. — [21] S. Jellinek, ETZ 1917, S 361. — [22] W. E. Burge, ETZ 1917, S 578. — [23] K. Alvensleben, El. Kraftbetr. 1917, S 110. — [24] ETZ 1917, S 389. — [25] ETZ 1917, S 141. — [26] El. Kraftbetr. 1917, S 283. — [27] El. Masch.-Bau 1917, S 412. — [28] Ha-

nauer, Zentrbl. Gewerbehyg. 1917, S 225. — [29]) Jahresber. Dampfkess.-Überwach.-Ver. d. Zechen i. Oberbergamts-Bez. Dortmund für 1916/17. — [30]) M. Vogel, El. Anz. 1917, S 692, 720, 728. — [31]) ETZ 1917, S 287. — [32]) Berufsgen. d. Feinmech. u. El. Jahresber. ü. d. Tätigk. d. techn. Aufsichtsbeamten für 1916. — [33]) El. Masch.-Bau 1917, S 412. — [34]) ETZ 1917, S 528. — [35]) Soztechn. 1917, S 149. — [36]) AEG-Mitt. 1917, S 161. — [37]) AEG-Mitt. 1917, S 91. — [38]) W. Schiff, Concordia 1917, S 272. — [39]) E. Löwinger, Soztechn. 1917, S 103. — [40]) El. Rlwy. Jl. Bd 50, S 105. — [41]) El. Rlwy. Jl. Bd 50, S 222. — [42]) S. W. Stratton, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 195. — [43]) El. World Bd 69, S 764. — [44]) C. E. Clewell, El. World Bd 69, S 1153. — [45]) F. Ludwig, Z. Ver. D. Ing. 1917, S 411. — [46]) P. Wolfart, Z. Ver. D. Ing. 1917, S 782, 842. — [47]) Münsterberg, Z. Ver. D. Ing. 1917, S 718. — [48]) Concordia 1917, S 61. — [49]) Concordia 1917, S 216. — [50]) Soztechn. 1917, S 40. — [51]) Grempe, Soztechn. 1917, S 85. — [52]) E. Toussaint, Soztechn. 1917, S 169. — [53]) Schulz-Mehrin, El. Masch.-Bau 1917, Anh. S 237. — [54]) K. Hartmann, Soztechn. 1917, S 31. — [55]) Concordia 1917, S 87. — [56]) E. Honigmann, El. Masch.-Bau 1917, S 468. — [57]) Kent, El. Anz. 1917, S 498. — Mitt. Ver. EW 1917, S 197. — [58]) Ed. E. Wall, Z. Ver. D. Ing. 1917, S 82. — [59]) P. H. Perls, El. Kraftbetr. 1917, S 82. — [60]) P. H. Perls, ETZ 1917, S 218. — [61]) El. Anz. 1917, S 257. — [62]) ETZ 1917, S 112. — [63]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 376. — [64]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 440. — [65]) G. Albrecht, Concordia 1917, S 3. — [66]) Concordia 1917, S 56. — [67]) K. Hartmann, Soztechn. 1917, S 77. — [68]) P. Martell, Mitt. Ver. EW 1917, S 209. — [69]) Th. Wolff, Helios Fachz. 1917, S 297, 309. — [70]) El. Masch.-Bau 1917, S 136. — [71]) Electr. (Ldn.) Bd 79, S 155. — [72]) P. M. Grempe, Soztechn. 1917, S 112. — [73]) AEG Mitt. 1917, S 40. — [74]) AEG Mitt. 1917, S 31.

Rechtsverhältnisse der Elektrotechnik.

Von Justizrat Dr. O. Zimmer.

Rechtliche Erörterungen haben in den elektrotechnisch-wissenschaftlichen Zeitschriften im vierten Kriegsjahr einen noch geringeren Umfang eingenommen als im Jahre 1916, so daß die Ausbeute aus dem Jahre 1917 eine noch dürftigere ist.

Der im vorigen Bericht erwähnte Entwurf eines schweizerischen Bundesgesetzes über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte ist am 22. 12. 16 Gesetz geworden. Sein Wortlaut ist in Nr. 2 Bull. Schweiz. E V. 1917 zum Abdruck gelangt. Eine kurze Inhaltsangabe wird von Schreiber[1]) dargeboten. Das Gesetz enthält keine grundlegenden neuen Rechtsgrundsätze, hat vielmehr viel vom Inhalt der österr. Wasserrechtsnovelle und des österr. Entwurfs eines Elektrizitätsgesetzes aufgenommen.

Elektrizitätswerke.

Schmidts[2]) Aufsatz über das Wegerecht für elektrische Leitungen hat zu einer Erwiderung von Weilinghaus[3]) geführt, in der er wie Schmidt theoretisch zu dem Schluß gelangt, daß eine polizeiliche Genehmigung zur Kreuzung öffentlicher Wege durch Starkstromleitungen in Preußen nicht erforderlich sei, praktisch aber doch zur Einholung der Genehmigung dringend rät. Eingehend erörtert Theissig[4]) die Stellung der elektrischen Starkstromleitungen im Polizeirecht des Königreichs Sachsen und Wenz[5]) das Wegerecht für elektrische Leitungen im Großherzogtum Baden.

Die bereits in früheren Jahren viel erörterte Frage über die rechtliche Bedeutung des Eigentumsvorbehalts an Maschinen, die Eigenschaft der Fernleitungen als Bestandteil oder Zubehör des Elektrizitätswerks werden auch jetzt wieder behandelt. Cantor[6]) bespricht die von verschiedenen Schriftstellern gemachten Vorschläge, wie der Lieferer, der dem Besteller Maschinen auf Kredit verkauft, am besten sich gegen Verluste sichert und den Eigentumsvorbehalt wirksam macht. Das Reichsgericht hat in einer Entscheidung vom 5. 5. 17[7]) die bei dem Neubau eines Hotelgebäudes hergestellten el. Aufzüge als wesentliche Gebäudebestandteile bezeichnet und dabei erklärt, daß es auf die feste Ver-

bindung dabei nicht ankomme, da der ganze Plan, die Raumverteilung und der Einbau zeigten, daß das Ganze eine Einheit sein solle. — Eckstein[8]) behandelt neuere Entscheidungen des OLG. Stuttgart und des RG., welche das Leitungsnetz als Zubehör des Zentralengrundstücks und nicht, wie er vertritt, als Bestandteil der elektrischen Zentrale erklären. Seine Kritik ist rechtlich nicht begründet und wenn seine Auffassung rechtens wäre, so wäre mit ihr auch der wirtschaftlichen Entwicklung der Verteilung elektrischen Stromes wenig gedient[9]). — Die Ansicht des RG. wird daher denn auch von den Praktikern durchweg geteilt[10]). — Eingehend untersucht Röder[11]) die Frage nach den Eigentumsverhältnissen an unterirdischen Gasleitungen und elektrischen Kabeln. Durch ihre Einbettung in fremden Grund und Boden erleiden ihre Eigentumsverhältnisse keine Änderung. Im besonderen beschäftigt sich Eckstein[12]) mit dem Recht der Elektrizitätszähler, die er mit Recht als Zubehör des Elektrizitätswerks anspricht.

Es ist in letzter Zeit wiederholt vorgekommen, daß wichtige, mit Gemeinden abgeschlossene Verträge wegen Nichtbeachtung der Form für ungültig erklärt wurden. Diesem Geschicke entgingen die Landkraftwerke A.-G. zu Leipzig mit ihrem mit zwei Gemeinden abgeschlossenen Vertrage über die Benutzung der gemeindlichen Straßen und Plätze. Der Vertrag wurde vom RG. für gültig befunden, obwohl die nach der preußischen Landgemeindeordnung im Vertrage zu bezeichnenden Gemeindebeschlüsse mit falschem Datum angeführt waren[13]). — In einem andern Fall sollte die Abgabe, die das Elektrizitätswerk an eine Stadtgemeinde zu leisten hatte, eine Ermäßigung erfahren, wenn die Unternehmerin durch Krieg u. dgl. an dem unter normalen Verhältnissen zu erwartenden Stromabsatz verhindert würde. Da aber die städtische Behörde unter Ausschluß jeglicher Beschwerde oder des Rechtsweges selbst darüber befinden sollte, ob die Voraussetzungen für die Ermäßigung der Abgabe vorlägen, und in welchem Umfange die Ermäßigung zu gewähren sei, so wurde die Vereinbarung überhaupt für nichtig erklärt[14]). — Die Gem. Frechen, die dem El.- und Wasserwerke Frechen vertraglich die Alleinbenutzung der Gemeindestraßen zur el. Leitungslegung freigegeben hatte, hat dann später bei Übernahme ihrer Dampfstraßenbahn an die Stadt Cöln letzterer die Verpflichtung auferlegt, den Dampf- durch el. Betrieb zu ersetzen. Die dadurch herbeigeführte Benutzung der Gemeindestraßen zur Legung el. Leitungen durch die Stadt Cöln wurde durch übereinstimmendes Urteil in drei Instanzen als Vertragsbruch gegenüber dem El.- und Wasserwerke angesehen und die Gemeinde Frechen wurde zum Schadenersatz verurteilt[15]). — Das OLG. Rostock hat die Frage, ob die Ortseingesessenen auf Grund des von der Gemeinde mit dem El.-Werksunternehmer abgeschlossenen Vertrages ein selbständiges Recht auf Stromlieferung haben, in einem besonderen Fall gestützt auf den Wortlaut des Vertrages bejaht. Im allgemeinen enthalten solche Verträge zugleich Bestimmungen zugunsten Dritter. Ob aber den Dritten dadurch ein unmittelbarer Anspruch erwachsen soll, ist nach der allgemeinen Rechtsregel des § 328 BGB. zu beurteilen[16]). — Die im JB 1916, S 16, Anm. 13 erwähnte durch das OLG. Hamburg angerührte Frage über die Berechtigung des Mieters zum Strombezug aus einem bestimmten EW hat Eckstein[17]) zu Erörterungen darüber veranlaßt, ob der Hauseigentümer den Strombezug eines Mieters aus einem anderem als dem an das Haus angeschlossenen Elektrizitätswerke dulden muß.

Der Krieg und seine wirtschaftlichen Folgeerscheinungen haben auf das Verhältnis zwischen EW und dessen vertraglichem Stromabnehmer in mehrfachen Beziehungen ihre Wirkung ausgeübt. Wie steht es mit der Verpflichtung des Konsumenten, der sich zur Entnahme einer bestimmten Mindestmenge verpflichtet hat? Die Vereinigung d. EW hat eine Veröffentlichung dahin erlassen, daß rein rechtlich ein Verzicht des Werks auf Zahlung des Mindestbetrags nicht verlangt werden könne, und daß, wo ein Werk von seiner Forderung aus Billigkeitsgründen Abstand nehme, es berechtigt sei, neue Preisvereinbarungen festzusetzen, durch welche das Werk seine Schadloshaltung

finde[18]). Das ist gewiß zutreffend. In einem besonderen Fall hatte eine Fabrik ein bestimmtes Jahresquantum abzunehmen sich verpflichtet, aber eine Kriegsklausel dem Vertrage angefügt. Anfang August 1914 wurde dadurch die Fabrik ihrer Verpflichtung ledig. Da sie aber in den ersten sieben Monaten 1914 nicht $^{7}/_{10}$ des Jahresquantums abgenommen hatte, verlangte das EW die Nachzahlung dieses Teilbetrages. Das Werk wurde jedoch abgewiesen, weil die Verpflichtung zur Abnahme eines bestimmten Jahresquantums nicht zugleich die Verpflichtung entsprechender monatlicher Teilquanten enthalte[19]). In einem anderen ähnlich gelagerten Fall wurde von dem Schiedsgericht, auch ohne daß hier die Kriegsklausel vereinbart war, die Befreiung der Fabrik von ihrer Entnahmeverpflichtung wegen der für sie wirksam gewordenen höheren Gewalt angenommen, die Fabrik wurde aber für schuldig erklärt, den tatsächlich entnommenen Strom nicht nach dem vereinbarten geringeren Preise, sondern nach den Sätzen für Kleinabnehmer zu bezahlen[20]). — Theoretisch hat die in Betracht kommende Frage Martens[21]) behandelt in seinem Aufsatz „Der Einfluß des Krieges auf Elektrizitätslieferungsverträge", mit besonderer Berücksichtigung der auf Grund von Pauschaltarifen und Mindestabnahmegarantien abgeschlossenen. — Schwagmeier[22]) erörtert eine gleichfalls durch den Krieg veranlaßte, für Elektrizitätswerke sehr wichtige Frage, ob sie nämlich infolge der durch den Krieg bedingten wesentlichen Steigerung ihrer Selbstkosten ein Recht auf Strompreiserhöhung haben. Seinen Ausführungen, in welchen er sich am Schluß auf eine Entscheidung des OLG. München vom 18. Juli 1917[23]) bezieht, wird die Praxis aber wohl kaum im ganzen Umfange folgen. Vgl. auch S 60, Anm. 53 bis 60.

Haftpflicht. Vertragliche Haftpflicht wurde durch das OLG. München mit Recht zu ungunsten einer Installationsfirma angenommen, die bei der Installierung von Bogenlampen in einem Schaufenster für die sich beim Brennen der Lampen bildenden Fluordämpfe nicht genügenden Abzug vorgesehen hatte, so daß die Fensterscheiben durch die Dämpfe blind wurden[24]). — In einem Kabelschacht hatte ein Maurer in der Nähe von Starkstromleitungen, aber nicht an ihnen, eine Arbeit zu verrichten. Er berührte infolge von Unvorsichtigkeit die Leitung und erlitt den Tod. Der Unternehmer wurde aber nicht für haftpflichtig erklärt, da er den Maurer über die Gefahr eingehend belehrt und dieser unverantwortlich leichtsinnig der Warnung zuwidergehandelt hatte[25]). — Ebenso wurde der Haftpflichtanspruch zurückgewiesen in einem Fall, wo ein 12 jähriger Knabe in diebischer Absicht in ein abseits vom öffentlichen Verkehr belegenes, durch Zaun und Tor eingefriedetes Gebäude eingedrungen war und dort in einem Gebäude, an welchem ein Warnungsschild angebracht war, mit der Starkstromleitung in Berührung kam[26]). — Dagegen wurde eine Stadtgemeinde zu $^{3}/_{4}$ des Schadens für haftbar erklärt, der einem jungen Mädchen durch eine umfallende, fahr- und verstellbare Montageleiter zugefügt worden war, weil für die Bedienung der Leiter zu wenig und zu jugendliche Mannschaften verwendet wurden, worin das Gericht eine Verletzung der der Stadtgemeinde obliegenden Verkehrssorgfalt in der Leitung der Verrichtung erblickte[27]). — Aus gleichen Gründen wegen Mangels an Beaufsichtigung wurde ein Hauseigentümer zum Schadenersatz verurteilt, der mit dem Elektrizitätswerk die automatische Einschaltung seiner Treppenbeleuchtung vereinbart und an einem außergewöhnlich trüben Tage es verabsäumt hatte, für frühere Einschaltung Sorge zu tragen[28]).

Einige Fälle von fahrlässiger Tötung, die zur Aburteilung gekommen und in den techn. Zeitschriften mitgeteilt sind, entbehren eines rechtlichen Interesses[29]).

Wohl aber verdient eine Entscheidung aus dem Unfall-Versicherungsrecht Erwähnung, nach welcher die Berufsgenossenschaft nicht einzutreten braucht, wenn der Versicherte nicht bei Ausübung seiner Berufstätigkeit, sondern infolge Spielerei an der el. Leitung einen Unfall erleidet[30]).

Von Wichtigkeit ist eine Entscheidung des RG., die den an einem Elektrizitätszähler angebrachten Plombenverschluß für eine privatrechtliche Urkunde erklärt, so daß seine Öffnung und die nachherige Wiederherstellung der Plombe sich als Urkundenfälschung darstellt[31]).

Eine steuerrechtlich interessante Frage hat die AEG dem Gericht zur Entscheidung vorgelegt. Es handelte sich darum, ob ein Vertrag, den die AEG wegen Überlassung eines EW nebst Straßenbahn usw. abgeschlossen hatte, als einheitlicher Pachtvertrag nach der jährlich an die Stadtgemeinde bezahlten Entschädigung zu versteuern sei, oder ob es sich um einen gemischten Vertrag handelt, der nur einen Stempel nach Tarifstelle 76, Ziffer 2 des pr. Stempelsteuergesetzes erfordere. Das OLG. Celle trat der Auffassung des Fiskus bei und erklärte den Vertrag als einen einheitlichen und zwar einen Pachtvertrag[32]). — Eine weitere steuerrechtliche Erörterung, ob nämlich ein EW die Warenumsatzsteuer auf die Abnehmer abwälzen könne[33]), ist durch das Reichsgesetz vom 30. Mai 1917 (RGS. S 441) dahin erledigt, daß eine offensichtliche Überbürdung der Steuer nicht zulässig ist.

Straßenbahnen.

Eine ansprechende Rechtsskizze unter der Überschrift „Der Straßenbahn-Beförderungsvertrag" hat Coermann in El. Kraftbetr. 1917 S 89ff veröffentlicht.

Die Unterlassung einer Verbindung der Schienen durch Kupferdrähte bei der Errichtung einer Werkbahn hatte die Bildung starker Irrströme veranlaßt, die ihrerseits die übermäßig rasche Zerstörung der in die Erde versenkten Eisenplatten einer neu hergestellten Blitzschutzanlage herbeiführte. Da dies in dem Rechtsstreit, der zwischen dem Unternehmer der Blitzschutzanlage und dem Werke sich entspann, mit Sicherheit festgestellt wurde, mußte das Werk die Anlage ohne Abzug bezahlen, da das Gericht mit Recht dem Unternehmer kein Verschulden bei der Ausführung beimessen konnte; denn er habe sich ohne weiteres darauf verlassen können, daß bei dem Bau der Bahn in sachgemäßer Weise auf den Rückstrom Rücksicht genommen sei[34]).

Haftpflicht. Es gilt als Regel, daß demjenigen, der auf einen fahrenden Eisenbahnwagen aufspringt, grundsätzlich jeder Schadenersatzanspruch abzusprechen ist. In einer neuerlichen Entscheidung hat das RG aber erkannt, daß von dieser Regel dann abgewichen werden kann, wenn dem Verletzten triftige Entschuldigungsgründe zur Seite stehen, oder wenn Mängel in den Einrichtungen der Bahn oder schuldhafte Dienstführung ihrer Beamten ursächlich für seine Verfehlung geworden sind[35]). Ein Fahrgast, der beim Aufsteigen in einen el. Bahnwagen mit der Hand die Haltestange umfaßte und auf das Trittbrett trat, erhielt in diesem Moment einen el. Schlag. Im Gegensatz zur Vorinstanz, die höhere Gewalt als vorliegend annahm, verurteilte das Reichsgericht die Bahn zum Schadenersatz. Denn der Schade sei dadurch herbeigeführt, daß gewisse Eigentümlichkeiten eines Betriebes mit el. Kraft gewisse Gefahren herbeiführen. Derartige Unfälle könnten die Annahme höherer Gewalt nicht rechtfertigen[36]).

Für die Frage nach dem Umfang der Schadenersatzpflicht ist ein Urteil des RG. von Interesse, das einem Oberpostassistenten eine Entschädigung auch dafür zusprach, daß infolge des ihm zugestoßenen Eisenbahnunfalls seine Absicht, die Postsekretärprüfung abzulegen, verhindert wurde[37]).

Rechtsfragen allgemeinerer Natur

sind behandelt in einer Entsch. des RG, bei welcher es sich darum handelte, in welchem Umfange eine Gesellschaft durch den Betriebsdirektor vertreten und demgemäß auch verpflichtet wird. Es kommt auf die Satzungen an, ob er Vorstand der Gesellschaft oder nur ihr Beamter ist, und ob daher bei einem schuldhaften Verhalten desselben § 30, 36 oder 831 BGB. zur Anwendung zu bringen sind[38]). Allgemeiner Art sind auch die nachfolgend nur der Überschrift nach aufgeführten Erörterungen Ecksteins „Der Abschluß technischer Verträge durch den Fernsprecher"[39]), ferner „Nachbesserung und Schadenersatz bei Installationsarbeiten"[40]) und weiter „Haftpflicht bei Unfällen in der Berufsausübung der Sachverständigen"[41]).

Telegraphengesetz. Zum § 6 liegen zwei Entscheidungen des Reichsgerichtes vor. Im Rechtsstreit der Stadt Cöln gegen den Reichspostfiskus erkannte das RG., daß der Fiskus die Kosten für die Schutzvorkehrungen zu bezahlen habe, die dadurch notwendig wurden, daß die Stadt Cöln mit ihrer Bahnanlage, die sie zum großen Teil auf eigenem Bahnkörper nach benachbarten Städten hinführte, an einzelnen Stellen aber doch die öffentlichen Straßen kreuzen mußte[42]). Im zweiten Prozeß handelte es sich um die Frage, ob die Post auch dann die Kosten für die Schutzvorkehrungen auf sich zu nehmen habe, wenn die Starkstromleitungen zunächst nur für ein Privatunternehmen hergestellt wurden, für welches aber später die wegeunterhaltungspflichtigen Gemeinden und Kreise erhebliche Bürgschaften übernahmen. Das RG erkannte zugunsten des Postfiskus[43]).

Telephonrecht. Ein Wirt hatte durch Zerschneiden oder Zerreißen der Drähte eine ihm durch die Post gesperrten Telephonleitung beschädigt. Das Landgericht hatte ihn wegen einfacher Sachbeschädigung aus § 304 RStrGB. verurteilt. Das OLG hob aber die Entscheidung auf, weil die Auffassung des LG., daß der Betrieb einer Fernsprechanlage, soweit sie durch Verfügung der Postbehörde gesperrt sei, überhaupt nicht gehindert oder gefährdet werden könne, was § 317 RStrGB. voraussetzt, rechtsirrtümlich sei. Erforderlich sei nur die Möglichkeit gegenwärtiger oder zukünftiger Benutzung der Anlage[44]).

Gewerblicher Rechtsschutz. Abel[45]) berichtet über den Inhalt der vom Vorsitzenden des ungarischen Patentamtes im Auftrage des ungar. Handelsministeriums ausgearbeiteten Entwürfe für die Umgestaltung des ungarischen Patent-, Muster- und Markenrechts, im Vergleich zu den betr. österreichischen und deutschen Gesetzen.

Ausland. Äußerst dürftig sind die Nachrichten, die aus dem Auslande über die dortigen Rechtsverhältnisse in der Elektrotechnik während des letzten Kriegsjahres zu uns gelangt sind. — In der Schweiz ist vom Bundesrat unter dem 9. Dez. 1916 eine Verordnung über die amtliche Prüfung und Eichung der Elektrizitätszähler erlassen. Über die Vorgeschichte dieser Verordnung, ihre Entstehung und ihre Bestimmungen im einzelnen wird von A. Filliol[46]) berichtet. — Einem Aufsatz von C. Vernier[47]) ist zu entnehmen, daß man in England ebenso wie in Deutschland unter dem Mangel eines Elektrizitätswegegesetzes leidet. Es werden dort genau dieselben Klagen erhoben, wie in Deutschland: Höhe der Forderungen der Privateigentümer und Langsamkeit bei den Verhandlungen mit der Behörde. Deshalb wird vorgeschlagen, dem Handelsministerium besondere Befugnisse zur Beseitigung dieser Schwierigkeiten beizulegen, Befugnisse, die im Falle der Erteilung des Wegerechts im öffentlichen Interesse durch einen vom Handelsministerium zu bestellenden Schiedsrichter auszuüben wären.

[1]) Schreiber, El. Masch.-Bau 1917, S 101. — Schmidt, [2]) ETZ 1916, S 693. — JB 1916, S 17, Anm 9. — [3]) Weilinghaus, ETZ 1917, S 347. — [4]) Theissig, Mitt. Ver. EW 1916, S 103. — [5]) Wenz, ETZ 1916, S 216. — [6]) Cantor, ETZ 1916, S 429. — [7]) RG.-Entsch. Bd. 90, S 198. — [8]) Eckstein, El. Anz. 1917, S 486. — [9]) JB 1914, S 17. — [10]) El. Kraftbetr. 1917, S 93. — [11]) Röder, El. Anz. 1917, S 592. — [12]) Eckstein, Mitt. Ver. EW 1917, S 231. — [13]) El. Kraftbetr. 1917, S 67. — [14]) Mitt. Ver. EW 1917, S 302. — [15]) El. Kraftbetr. 1917, S 341. — [16]) El. Kraftbetr. 1917, S 78. — [17]) Eckstein, ETZ 1917, S 169. — El. Anz. 1917, S 566. — [18]) Mitt. Ver. EW 1917, S. 354. — [19]) El. Kraftbetr. 1917, S 135. — [20]) El. Kraftbetr. 1917, S 223. — [21]) Martens, Mitt. Ver. EW 1917, S 108. — [22]) Schwagmeier, Mitt. Ver. EW 1917, S 392. — [23]) Jur. Wochschr. 1917, S 776. — [24]) El. Kraftbetr. 1917, S 19. — [25]) El. Kraftbetr. 1917, S 163. — [26]) Mitt. Ver. EW 1917, S 334. — El. Kraftbetr. 1917, S 244. — [27]) Mitt. Ver. EW 1917, S 92. — [28]) El. Kraftbetr. 1917, S 163. — [29]) El. Kraftbetr. 1917, S 164, 183, 223. — [30]) ETZ 1917, S 13. — [31]) ETZ 1917, S 55, 601. — Mitt. Ver. EW 1917, S 186. — El. Kraftbetr. 1917, S 195. — [32]) Mitt. Ver. EW 1917, S 334. — El. Kraftbetr. 1917, S 284. — [33]) ETZ 1917, S 511. — El. Anz. 1917, S 201. — [34]) El. Kraftbetr. 1917, S 94. — [35]) Urt. v. 17. Sept. 1917, Jur. Woch. 1918, S 38. — [36]) El. Kraftbetr. 1917, S 351. — [37]) El. Kraftbetr. 1917, S 112. — [38]) El. Kraftbetr. 1917, S 201. — [39]) Eckstein, Dingl. Pol. J. Bd 332, S 96. — [40]) Eckstein, El. Anz. 1917, S 308. —

[41]) Eckstein, ETZ 1917, S 371. — [42]) Mitt. Ver. EW 1917, S 231. — El. Kraftbetr. 1917, S 163. — [43]) Mitt. Ver. EW 1917, S 189. — El. Kraftbetr. 1917, S 183. — [44]) El. Kraftbetr. 1917, S 341. — [45]) Abel, El. Masch.-Bau 1917. S 309. — [46]) A. Filliol, Bull. Schweiz. EV 1917, S 56. — [47]) C. Vernier, El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 443, 555, 613.

Technische Vorschriften und Normalien.

Von Generalsekretär G. Dettmar.

Kreuzung von Starkstromleitungen mit Bahnen und Schwachstromleitungen. Die im Jahre 1916 vom Kgl. Preußischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten herausgegebenen neu bearbeiteten „Bedingungen für fremde Starkstromleitungen auf Bahngelände" sind den jetzigen Umständen entsprechend soweit gemildert worden[1]), als an Stelle der Eisenmaste auch Holzmaste in beschränktem Umfange verwendet werden dürfen. Ebenso hat das Reichspostamt die Anforderungen an die Bauteile für die bruchsichere Führung von Starkstrom-Freileitungen oberhalb der Reichs-Telegraphen- und Fernsprechleitungen zum Teil ermäßigt und seine Bestimmungen damit in Einklang mit den früheren Änderungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker an den Normalien für Freileitungen gebracht[2]).

Blitzableiter. Da es sich während des Krieges gezeigt hat, daß der vom VDE vertretene Standpunkt, wonach die allgemeine Einführung der Blitzableiter besonders auf dem Lande dringend erforderlich sei, die allergrößte Wichtigkeit besitzt, führte der Verband besondere Maßnahmen zur Behandlung der Blitzableiterfrage in den Schulen durch. Mit Unterstützung der Regierungen fast aller Bundesstaaten wurde eine umfangreiche Aufklärungstätigkeit durchgeführt und insbesondere darauf gesehen, daß in den Schulen die Belehrung über Blitzableiter im Sinne der Leitsätze zur Durchführung kommt, und daß mehr Blitzableiter auf dem Lande gebaut werden[3]). — Des weiteren wurde ein besonderer Ausschuß für Blitzableiterbau im Anschluß an einen von S. Ruppel im Elektrotechnischen Verein gehaltenen Vortrag gebildet, der sich mit der Frage des Ersatzes der beschlagnahmten Blitzableiterteile beschäftigt. Es wurden Richtlinien über Herstellung und Auswechslung von Blitzableitern für die Dauer der Kriegsverhältnisse aufgestellt[4]).

Normenausschuß. Die Normalisierung hat im Jahre 1917 ganz besonders große Fortschritte gemacht. In der Elektrotechnik wurde schon bisher in erheblich weiterem Umfange normalisiert, als dies bei anderen Industriezweigen der Fall war. Durch die Erfahrungen des Krieges hat die gesamte Industrie gesehen, daß der von den Elektrotechnikern eingenommene Standpunkt der richtige gewesen ist und in großem Umfange nunmehr sich auch der Normalisierung zugewendet. Ausdruck haben die Bestrebungen in der am 22. Dezember stattgehabten Gründung des „Normenausschusses für die deutsche Industrie" gefunden, an dem sich Vertreter der gesamten deutschen Industrie beteiligen. Die Arbeiten sind schon vor der formellen Gründung des Normenausschusses in Angriff genommen und sehr weit gefördert worden. In demselben Maße wie in anderen Industriezweigen die Vorteile der Normalisierung mehr erkannt worden sind, hat auch diese Erkenntnis innerhalb der Elektrotechnik noch ihre Fortschritte gemacht, so daß der von manchen Gruppen bisher noch eingenommene Standpunkt, daß zuviel normalisiert worden sei, nun überall fallen gelassen worden ist und umgekehrt jetzt noch in stärkerem Maße der Wunsch zur Durchführung von Normalien besteht. Die Folge davon wird eine rege Tätigkeit des VDE auf diesem Gebiete sein, und zwar wird dies im Einvernehmen mit dem Normenausschuß für die deutsche Industrie geschehen. Nur der Kriegszustand hat verhindert, daß dies schon im Jahre 1917 voll zur Durchführung gekommen ist. Die Vorbereitungen zu der Weiterführung der Arbeiten in erhöhtem Maße sind aber getroffen. Als Zeichen, in welchem Umfang die Normalisierung überall

Fortschritte gemacht hat, können die vielfachen Veröffentlichungen[5]) über diesen Gegenstand gelten.

Normalien des V. D. E. Die Arbeiten des VDE standen wiederum wie im Jahre 1916 unter dem Einflusse des Krieges, indem sie sich auf Vorschriften über den Ersatz von Baustoffen, welche knapp geworden waren, bezogen. Für den Bau von Freileitungen wurden weitere Erleichterungen zugelassen[6]), ebenso wurden an den bereits bestehenden Normalien für Manteldrähte, den Normalien für gummiisolierte Zinkleitungen, den Normalien für gummiisolierte Aluminiumleitungen, den Normalien für Panzeradern mit Zinkleitern und den Normalien für Leitungen für Beleuchtungskörper Änderungen vorgenommen[7]). — Für die den Kriegsnormalien entsprechenden neuen Drahtsorten wurde ebenso wie für die Friedensdrähte eine Kennzeichnung durch verschiedenfarbige Papierbänder eingeführt[8]). — Bei den Bleikabeln ist die Wandstärke des Bleimantels vermindert worden[9]). Schließlich hat die Draht- und Kabel-Kommission das früher von ihr herausgegebene Merkblatt über Zink als Leitungsmaterial den gesammelten Erfahrungen entsprechend zweimal einer Abänderung unterzogen[10]). Auch die Kommission für Installationsmaterial hat die früher von ihr herausgegebenen Bestimmungen über Verwendung von Ersatzstoffen bei Installationsmaterial und Schaltapparaten den Erfahrungen entsprechend verändert und außerdem Ratschläge über verminderten Verbrauch veröffentlicht[11]).

Die Kommission für Maschinennormalien hat über die Verwendung von Baumwolle beim Bau von Maschinen und Transformatoren Grundsätze aufgestellt[12]), ebenso hat die Zählerkommission Richtlinien für die Verwendung von Ersatzmetall bei Meßwandlern ihren früheren Arbeiten über die Verwendung von Ersatzstoffen bei Elektrizitätszählern hinzugefügt[13]).

Österreich. Die Regierung hat das Elektrizitätswesen in großzügiger Weise geregelt[14]). — Außerdem hat der Elektrotechnische Verein in Wien, den Kriegsverhältnissen entsprechend, seinen im vorigen Jahre erlassenen 5. Anhang zu den Sicherheitsvorschriften einer Abänderung unterzogen und einen 7. und 8. Anhang neu hinzugefügt[15]).

Schweiz. Der Schweizerische Elektrotechnische Verein hat Normen betr. Einrichtung und Beaufsichtigung von Gebäudeblitzschutz-Vorrichtungen aufgestellt[16]), und der Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke seine Technischen Bedingungen für Glühlampen einer Änderung unterzogen[17]).

[1]) ETZ 1917, S 251. — [2]) ETZ 1917, S 326. — [3]) ETZ 1917, S 390. — [4]) El. Kraftbetr. 1918, S 14. — [5]) ETZ 1917, S 277, 300. — El. Masch.-Bau 1917, S 561. — Electr. (Ldn.) Bd 78, S 664. — [6]) VDE, ETZ 1917, S 338. — [7]) VDE, ETZ 1917, S 43, 411. — [8]) VDE, ETZ 1917, S 142. — [9]) VDE, ETZ 1917, S 211. — [10]) VDE, ETZ 1917, S 379, 569. — [11]) VDE, ETZ 1917, S 169, 238, 601. — [12]) VDE, ETZ 1917, S 30. — [13]) VDE, ETZ 1917, S 338. — [14]) El. Masch.-Bau 1917, S 378. — [15]) EV Wien, El. Masch.-Bau 1917, S 404, 429, 440. — [16]) Bull. Schweiz. EV 1917, S 141. — [17]) Bull. Schweiz. EV 1917, S 150, 157, 476.

A. Elektromechanik.

II. Elektromaschinenbau.

Allgemeines. Von Direktor Dr.-Ing. W. Linke, Chemnitz. — Gleichstrommaschinen. Von Direktor Dr.-Ing. W. Linke, Chemnitz. — Wechselstromerzeuger und Synchronmotoren. Von Dr.-Ing. Franz Hillebrand, Berlin. — Induktionsmotoren. Von Oberingenieur W. Zederbohm, Berlin. — Wechselstrom-Kommutatormotoren. Von Oberingenieur M. Schenkel, Berlin. — Rotierende Umformer und Gleichrichter, Transformatoren, Elektromagnete. Von Oberingenieur F. Paufler, Berlin. — Maschinenmessungen. Von Generalsekretär Leo Schüler, Berlin. — Betrieb: Regelung, Parallelbetrieb, Ein- und Ausschalten (Verfahren). Von Generalsekretär Leo Schüler, Berlin. — Anlasser, Regulierschalter, Belastungswiderstände und Widerstandsmaterial. Von Oberingenieur Chr. Krämer, Berlin.

Allgemeines.

Von Direktor Dr.-Ing. W. Linke.

Großmaschinenbau. Die Gesamterzeugung el. Maschinen in Deutschland ist im vierten Kriegsjahr naturgemäß erheblich gesunken. Dagegen hat die Leistung der Einheit eine weitere Steigerung erfahren; während bisher die größte Leistung der Maschinen-Einheit dargestellt wurde durch einen Dampf-Turbogenerator im EW Philadelphia von 35000 kW, sind im letzten Jahre in Deutschland zwei Generatoren von 50000 kW durchgebildet worden und werden demnächst in Betrieb kommen. Aber auch in Amerika ist die Leistung von 35000 kW bereits überholt, und es sollen Einheiten von 47000 kW dort in Bau sein[1]). Allerdings ist der Bau dieser großen Einheiten in Amerika von demjenigen in Deutschland insofern verschiedene Wege gegangen, als man in Amerika die Gesamtleistung auf zwei bzw. drei Aggregate verteilte, deren Dampfteil in Kaskade und deren el. Einheiten parallel geschaltet waren, während man in Deutschland die gesamte Leistung in einer Einheit unterbrachte. Die amerikanische Bauart soll den Vorteil haben, durch bessere Anpassung der Rad- und Dampfgeschwindigkeit an den jeweiligen Dampfdruck eine bessere Gesamtausnützung der Dampfenergie zu erzielen.

Die Erfahrungen mit Ersatzmaterialien, deren Anwendung in Deutschland durch den Krieg geboten war, haben sich mehr und mehr befestigt. Während man mit Aluminium im allgemeinen durchaus befriedigende Resultate erzielt hat, sowohl hinsichtlich der Güte der Maschinen, als auch hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit, ist das gleiche von Zink nicht zu sagen, so daß sich die Maschinen-Normalien-Kommission des VDE entschloß[2]), von der Verwendung von Zink für Maschinen abzusehen und Zink nur für Transformatoren beizubehalten.

In einem Vortrag im Wiener Ingenieur-Verein über den Einfluß der Verwendung von Kupfer-Ersatzstoffen für die Bemessung elektrischer Maschinen kommt Primavesi[3]) zu dem Schluß, daß unter Voraussetzung gleicher Erwärmung, gleicher mechanischer und elektrischer Betriebssicherheit und gleicher

elektrischer Charakteristiken bei Gleichstrom- und Synchronmaschinen die Leistungen sich nahezu im Verhältnis der Wurzeln aus den Leitfähigkeiten des Wicklungsmetalls ändern. Bei Asynchronmotoren ändern sich die Leistungen, gleichen $\cos\varphi$ und Überlastungsfähigkeit vorausgesetzt, nahezu im direkten Verhältnis der Leitfähigkeit. In einem Vortrag von Hanfstengel[4]) im Berliner Ingenieur-Verein finden sich wertvolle Daten über das Verhalten von Lager-Ersatzmetallen.

Theoretische Arbeiten.

Entwurf von Maschinen. In einer umfangreichen Arbeit gibt S. P. Smith[5]) eine allgemeine Theorie der Ankerwicklungen und ihrer Eigenschaften. Ohne daß wesentlich Neues gebracht wird, gibt die Arbeit einen guten Überblick über die verschiedenen Ankerwicklungen. Im Anschluß an die Arbeit von Smith untersucht Hawkins[6]) die verschiedenen Ankerwicklungen in bezug auf Punkte gleicher Spannung, die wichtig sind zum Anschluß von Ausgleichleitungen oder Spannungsteilern, und kommt auf etwas anderem Wege zu wesentlich gleichen Ergebnissen wie Smith.

T. A. Schou[7]) behandelt in einem Aufsatz die Wicklungen mit verkürztem Wicklungsschritt und zeigt insbesondere, wie durch Anwendung solcher Wicklungen unter Umständen die höheren Harmonischen zum Teil aus der resultierenden Spannung herausfallen, also gute Annäherung an Sinusform der Spannungskurve erreicht wird.

Die im wesentlichen bekannten Beziehungen zwischen der Leistung einer Maschine und dem Gesamtfluß und den Gesamt-AW (vgl. die Arbeiten von Arnold) werden von L. Klein[8]) auf einem neuen Wege abgeleitet. Auf ähnlichem Wege werden in einem zweiten Aufsatz[9]) Formeln für die Größen von Mehrphasenankern abgeleitet.

Wie die rechnerische Verfolgung der einseitigen Stromverdrängung bei den in Nuten eingebetteten Leitern durch die Arbeiten der letzten Jahre zu schönen und praktisch wertvollen Ergebnissen führte, so drängte auch die Ermittelung des Nutenquerfeldes, das einerseits Wirbelstromverluste in den in Nuten eingebetteten hohen Leitern zur Folge hat, zur rechnerischen Bestimmung. Mancher Maschinenkonstrukteur mußte praktisch die unangenehme Erfahrung machen, daß durch die Pulsation des Nutenquerfeldes Verluste auftraten, die oft die Größe der normalen Kupferverluste erreichten, ja zuweilen sogar wesentlich überschritten. Ohne die vorherige rechnerische Ermittelung des Nutenquerfeldes bewegt sich also der Maschinenkonstrukteur, wo er mit der Ausnützung großer Maschinen bis an die Grenze des Möglichen geht, auf unsicherem Boden. Dreyfus[10]) gibt zum ersten Male eine Berechnung des Nutenquerfeldes in unbelasteten Dynamoankern, die sicher auch für die Praxis eine der wertvollsten theoretischen Arbeiten des letzten Jahres darstellt. Der zur Lösung der Aufgabe benutzte mathematische Apparat ist allerdings recht umfangreich, doch sind die Ergebnisse und Schlußformeln derart, daß auch der mathematisch weniger geschulte Maschinenrechner mit ihnen arbeiten kann und mit ihnen arbeiten sollte, wo es sich um hohe Ausnützung großer Maschinen handelt.

Niethammer[11]) behandelt in einer kurzen Notiz die rechnerische Behandlung des magnetischen Ausbreitungswiderstandes beim Übertritt des Flusses aus einer Zylinderoberfläche, also beispielsweise beim Übergang des Polschenkels ins Joch. Zugrunde gelegt ist die Formel des elektrischen Ausbreitungswiderstandes beim Übertritt des Stromes aus einer Zylinderoberfläche in den Raum. Die gegebene Formel gestattet die einfache rechnerische Bestimmung der (neben der für die eigentliche Trennfuge erforderlichen) AW, die für die Ausbreitung des Flusses an der Eintrittsstelle ins Joch aufzuwenden sind.

Verluste in den elektrischen Maschinen. Die Bestimmung der zusätzlichen Kupferverluste durch einseitige Stromverdrängung in den in Nuten eingebetteten Leitern hat das große Interesse, das ihr in den letzten Jahren zugewandt wurde, beibehalten. Fischer-Hinnen[12]) gibt eine mathematisch einfachere Ableitung

der Fieldschen Formeln (die das Verhältnis des Wechselstrom- zum Gleichstrom-Widerstand festlegen) wie sie von Field und später von Emde gegeben wurden. Fischer-Hinnen glaubt, die vielfach beschriebenen und ausgeführten verschränkten Leiter in vielen Fällen durch Kabellitzen (verseilte Kabel in Stabform gepreßt) ersetzen zu können und stützt sich auf eine Messung von Rikli[13]). Darnach ergab ein in Nuten gebetteter massiver Kupferstab von 36 mm Höhe ein Widerstandsverhältnis von 2,93, während das Widerstandsverhältnis des Litzenleiters zu 1,4 gemessen wurde. Doch gerade dieses gemessene Verhältnis erscheint noch reichlich hoch, wenn man bedenkt, daß man durch verschränkte Leiter das Verhältnis unschwer noch weiter verringern könnte. Abgesehen davon dürften auch Litzenleiter, besonders bei großen Höhen, keine befriedigende Zuverlässigkeit mehr bieten und dürfte für die Anwendung von Litzenleitern, wie Hillebrand im Arch. El. Bd 3, S 118 ausgeführt hat, eine Leiterhöhe von etwa 15 mm die obere Grenze sein.

Als 4. Fortsetzung seiner Arbeiten über zusätzliche Stromwärme behandelt Richter[14]) die Unterdrückung der zusätzlichen Stromwärme durch magnetische Hilfskreise. Er ordnet etwa nach dem Beispiel der Abb. 1 am Wickelkopf magnetische Hilfskreise an, die die umgekehrte Wirkung auf die Elemente der Leiterschleife haben wie das Nutenquerfeld, dieses also kompensieren. Die Hilfskreise können sowohl außerhalb wie innerhalb der Nut angeordnet sein. Es wird eine Reihe von Möglichkeiten der Anordnung solcher Hilfskreise angegeben und rechnerisch verfolgt, insbesondere auch für Drosselspulen- und Transformatoren-Wicklungen. Dazu werden Versuchsergebnisse mitgeteilt.

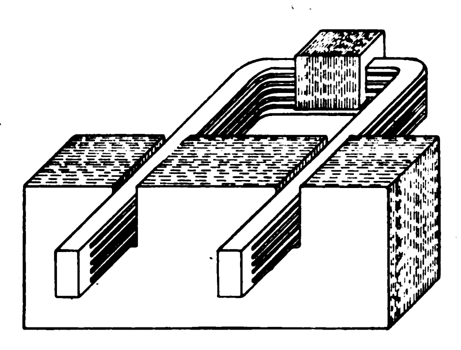


Abb. 1. Magnetischer Hilfskreis zur Kompensierung des Nutenquerfeldes.

Das bekannte Gesetz, wonach eine Maschine ihren günstigsten Wirkungsgrad bei Gleichheit der konstanten und der mit der Belastung veränderlichen Verluste besitzt, wird von Kade[15]) erweitert für das Arbeiten der Maschine während einer gewissen Zeit nach einem gegebenen Belastungsplane. Es werden hierfür die Formeln abgeleitet und an Hand einiger Beispiele erläutert.

Die gesamten Kosten für den Betrieb eines Transformators oder einer Maschine, die sich zusammensetzen aus Verzinsung und Tilgung des Maschinenpreises und den Stromkosten für die Verluste, geben einen Endwert, der zum Vergleiche der Wirtschaftlichkeit el. Maschinen maßgebend ist. Zur Bestimmung dieser vergleichenden Werte sind in den BBC-Mitteilungen 3, Nr. 12[16]) Formeln und Kurven gegeben.

Erwärmung elektrischer Maschinen. Lang[17]) untersucht den Einfluß der geringeren spez. Wärme und der geringeren Leitfähigkeit von Ersatzmetallen (Aluminium und Zink) auf die Erwärmung von Maschinen. Bei kurzzeitigen Betrieben kann infolge der kleineren spez. Wärme die mittlere Temperaturzunahme bis zu 10% größer sein gegenüber der bei Kupferwicklung. Bei Dauerbetrieb ist ein solcher Einfluß kaum wahrnehmbar, da die Wärmeleitfähigkeit des Metalles gegenüber der des Isolationsmaterials schon an und für sich verschwindend klein ist.

Wie schon in den letzten Jahren wiederholt beobachtet, gewinnt die Kenntnis der tatsächlich höchsten Temperaturen in einer Maschine immer größere Bedeutung gegenüber der mittleren Temperatur, nach Widerstandszunahme ermittelt, bzw. der mit dem Thermometer gemessenen Oberflächentemperatur. Ausgehend von den allgemeinen Gesetzen der Wärmeströmung, behandelt Lamme[18]) die Vorgänge der Wärmeabfuhr in elektrischen Maschinen und kommt zu Verschieden-

heiten der Temperatur innerhalb der Wicklungen gegenüber der äußeren oder mittleren Temperatur, wie man sie bisher nicht angenommen hat. Diese Verschiedenheiten der Temperatur haben denn auch in Amerika schon in weit höherem Maße zur Anwendung von Thermoelementen und Widerstandsspiralen zur Bestimmung der tatsächlich höchsten Temperatur der Wicklung geführt als bei uns. Macklean und Macklaere[19]) berichten über genaue Versuche zur Bestimmung der Temperaturverteilung innerhalb der Feldspule einer Nebenschlußmaschine, abhängig von der Last, also den Totalverlusten in der Maschine, und der Umdrehungszahl, also der Lüftung. Mittels Thermoelementen werden innerhalb der Spule Temperaturen gemessen, die um 20⁰ und mehr höher sind als die Oberflächentemperatur. Die Arbeit gibt guten Aufschluß über die inneren Temperaturverhältnisse. Es wird auf dem Gebiete der Innentemperatur-Bestimmung von Maschinenwicklungen noch viel Arbeit zu leisten sein und Erfahrungen gesammelt werden müssen, um absolut sichere Unterlagen für dauerhafte Konstruktionen bei höchst zulässiger Materialausnützung zu schaffen.

Die Erfahrungen der letzten Jahre haben dazu geführt, reine Mikanitisolation mit wesentlich höheren Temperaturen zu beanspruchen, als dies bisher üblich war. So läßt man beispielsweise in Amerika heute bei reiner Mikanitisolation normal Übertemperaturen bis 150⁰ zu. Newbury[20]) gibt die Gesichtspunkte, auf Grund deren technisch richtige Temperaturgarantien für große Wechselstrom-, insbesondere Turbogeneratoren aufgebaut sein sollten. Er weist vor allen Dingen darauf hin, daß die für einen Generator abgegebenen Garantien derartig sein sollten, daß sie nicht einander widersprechen, beispielsweise Überlastungsfähigkeit und Temperaturerhöhung, insbesondere auch Läufer-Temperaturerhöhung.

Schon Lamme weist in seiner oben erwähnten Arbeit auf die große Bedeutung der Wärmeleitfähigkeit von Blechpaketen längs und quer zur Lamellierung hin für den Temperaturausgleich in elektrischen Maschinen. Die Kenntnis dieser Werte ist vor allem auch von großem Wert für den Entwurf der besten Lüftung einer Maschine. — G. E. Luke[20a]) berichtet über eingehende Versuche zur Feststellung der Wärmeleitfähigkeit solcher Pakete längs und quer zur Lamellierung und abhängig von der Pressung der Pakete. Er stellt die von ihm gefundenen Werte in Vergleich zu den Resultaten anderer Forscher. Die wichtigsten Resultate sind: 1. Der Koeffizient der Wärmeleitfähigkeit K_1 (Watt für 1 cm² Querschnitt und 1⁰ C und 1 cm Länge) längs der Lamellierung ist 0,47 für Dynamoblech (unter Annahme, daß die Lackschicht 5% der Blechdicke ausmacht) und 0,21 für Siliziumblech (unter Annahme einer Oxydschicht von 3%); bemerkenswert ist der große Unterschied zwischen gewöhnlichem Dynamoblech und legiertem Blech. 2. Der Koeffizient K_2 quer zur Lamellierung wurde bestimmt für 0,43 mm Dynamoblech mit Lackschicht von 5% der Blechdicke und bei einer gebräuchlichen Pressung von etwa 3 kg/cm² zu 0,0051; für 0,35 mm legiertes Blech bei 3% Oxydschicht zu 0,0044. K_2 nimmt etwas zu mit zunehmender Pressung der Bleche. Der Temperaturabfall in einer Lamelle für einen Wärmestrom von 1 W/cm² beträgt 6—12⁰ C, abhängig von der Pressung der Bleche.

Einige Schwierigkeit bietet immer noch die richtige Wahl der Maschinengröße bei aussetzendem Betrieb. Ferner ist es einigermaßen schwierig, eine richtige Basis zu finden, um verschiedene Maschinentypen für aussetzenden Betrieb miteinander zu vergleichen, da insbesondere, je nach der Stärke der Ventilation, die kurzzeitig zulässige Überlast verschieden sein kann. Vidmar[21]) berechnet die kurzzeitige Überlastbarkeit gegenüber der Normallast für eine bestimmte Bauart. Er gibt eine einfache Berechnung der Zeitkonstante, beruhend auf der eigenartigen Tatsache, daß die Wärme-Aufnahmefähigkeit für 1 kg der Hauptbaustoffe — Eisen, Kupfer und Isolierstoffe — sehr nahe einander gleich sind. Für die technisch richtige Bemessung von Maschinen für aussetzenden Betrieb ist es erforderlich, daß die einzelnen kalorisch voneinander unabhängigen Teile einer Maschine gegeneinander abgestimmt werden. Es werden die Schwierig-

keiten und ihre Überwindung kurz erörtert. Vidmar gibt für die theoretische Haupt-Bestimmungsgleichung eine Näherungsformel, die an Hand von Beispielen erläutert wird.

Mechanische Konstruktionen.

Die allgemeinen Gesichtspunkte für die mechanische Konstruktion von Turbogeneratoren werden von Knight[22]) zusammengestellt.

Roberts[23]) behandelt die mechanischen Spannungen, die in Turbogeneratoren auftreten, hervorgerufen durch die Fliehkraft der Zähne und der zwischen ihnen eingebetteten Wicklungen. Er berechnet die inneren Spannungen für den Fall, daß der Läuferkörper durchbohrt ist, mit eingezogener Welle, und für den Fall des massiven Läuferkörpers mit angeflanschter Welle.

Während bei uns in Deutschland, bzw. in Europa bis heute die schnelllaufende mit der Dampfturbine direkt gekuppelte Dynamo das Feld beherrscht, hat in Amerika die langsamlaufende, durch Zahnradgetriebe mit der Turbine gekuppelte Dynamo eine außerordentliche Bedeutung erlangt. Trettin[24]) behandelt diese amerikanische Entwickelung und schildert, wie den Anstoß zu dieser Entwickelung das Problem des Schiffsantriebes gegeben hat, dann aber schnell die Elektrotechnik sich der Zahnradübersetzung bediente, und heute bereits über ½ Mill. kW Maschinenleistung mit Zahnradübersetzung im Betrieb sind. Er beschreibt kurz die Konstruktionsprinzipien der einzelnen Getriebe.

Jasse[25]) wird durch die Konstruktion kleiner Gleichstrommaschinen zu einer Arbeit über Wellenberechnung von elektrischen Maschinen geführt. Bei der immer mehr gesteigerten Materialausnützung ist jedes Millimeter, das man für die Wellenbemessung bei trotzdem sicherem Betriebe sparen kann, bei der hohen Ankerinduktion von großem Einfluß auf das Gesamtmaß der Maschine. Die auf die Achse wirkenden Kräfte (Gewicht, magnetischer Zug, Fliehkraft) werden der Berechnung zugrunde gelegt und die erforderliche Achsenstärke für stabilen Gleichgewichtszustand hergeleitet. Die Durchrechnung eines Beispiels führt zu dem Ergebnis, daß die Achsenstärke proportional dem Ankerdurchmesser zu machen ist.

Den durch Verschiebung der Läufer- und Ständer-Achse hervorgerufenen magnetischen Zug behandelt Rosenberg[26]). Er stellt fest, daß der proportional der Verschiebung auftretende magnetische Zug von der Erregung abhängt und bei einer bestimmten Sättigung ein Maximum hat, um bei höheren Sättigungen wieder abzufallen. Der Höchstwert des magnetischen Zuges für eine Exzentrizität x ist

$$F_x = c\,\pi\,DL\left(\frac{B_m}{5000}\right)^2 \cdot \frac{x}{a_1}$$

wobei $\pi\,DL$ die zylindrische Läufer-Oberfläche, der Faktor c annähernd $^2/_3$ ist und a_1 den virtuellen Luftspalt darstellt, d. i. angenähert der mechanische Luftspalt um ½ bis 1 mm vergrößert und in gleichem Maße wie die Exzentrizität x ausgedrückt. B_m ist die Luftspalt-Sättigung des „offiziellen Endpunktes" der gradlinigen Charakteristik (annähernd jene Luftspalt-Sättigung, bei welcher die Neigung der magnetischen Charakteristik einen Wert von $^5/_6$ der Neigung des geraden Teiles hat). Bei zweipoligen Maschinen ist der einseitige Zug verschieden für eine Verschiebung in der Richtung der Feldachse und senkrecht hierzu. Der Höchstwert wird bei letzterer Verschiebung und hoher Polsättigung erreicht. Damit der Läufer nicht am Ständer streife, darf der magnetische Zug nicht größer sein als

$$F_a = c\,\pi\,D \cdot L \cdot \left(\frac{B_m}{5000}\right)^2$$

wobei der Klammerwert $\left(\frac{B_m}{5000}\right)^2$ etwa zwischen 2 und 5 kg/cm² schwankt. Als Konstruktionsregel gelte der Satz, daß Welle und Maschinenteile so stark sein

sollen, daß der durch die Exzentrizität von 1 mm hervorgebrachte einseitige Zug eine Durchbiegung der Läuferwelle und der anderen Maschinenteile zusammen von nicht mehr als $1/_6$ mm hervorrufe, um zu verhindern, daß beim Einschalten der Erregung eine ursprünglich vorhandene Exzentrizität mehr als verdoppelt wird. Die kritische Geschwindigkeit wird durch den einseitigen magnetischen Zug verringert, und zwar um annähernd $1/_2 q$ %, wenn der durch 1 mm Exzentrizität verursachte magnetische Zug eine Durchbiegung der Welle um $1/_2 q$ hundertstel mm hervorruft, vorausgesetzt, daß die anderen Maschinenteile unendlich starr sind. Bei mehrpoligen Maschinen mit Parallelwicklung und Ausgleichverbindungen tritt ein einseitiger Zug und damit eine Verringerung der kritischen Drehzahl nicht ein.

Die mechanischen Wellenschwingungen elektrischer Maschinen, und zwar die axialen Pendelungen behandelt Niethammer[27]) kurz. Er berechnet die Schwingungsdauer der axialen Schwingungen und weist darauf hin, daß die zur Aufrechterhaltung dieser axialen Schwingungen (zur gleichmäßigen Abnützung von Kommutatoren und Schleifringen) angeordneten Wellenspiele möglichst in Resonanz mit der axialen Eigenschwingung arbeiten sollen.

Die SSW[28]) haben ein Patent genommen auf Verminderung der Luftreibung von elektrischen Schwungradmaschinen. Die vom Schwungrad angesaugte Luft wird zur Ventilation der elektrischen Maschine benützt. Der Luftstrom selbst kann durch Drosselklappen geregelt und den jeweiligen Belastungs-, bzw. Erwärmungsverhältnissen der Maschine angepaßt werden.

Die vielfach wünschenswerte Anwendung vollständig geschlossener Maschinen wird insbesondere bei größeren Maschinen-Einheiten erheblich beschränkt durch die großen Abmessungen, bzw. hohen Kosten dieser Maschinen. In den letzten Jahren hat daher der „Durchzugstyp", das ist eine Maschine, die mittels eines Lüfters reine Luft durch eine Kanal- oder Rohrleitung von einem Außenraum zur Kühlung einsaugt und ev. wieder nach außen bläst, immer mehr Anwendung gefunden. Electromotors Ltd., Manchester[29]) haben einen Motor entwickelt, bei dem durch einen Ventilator die Kühlluft durch einen auf die Anschluß-Stutzen der Lagerschilde aufgesetzten Radiator zirkuliert. Die abkühlende Oberfläche der Maschinen wird dadurch um die Oberfläche des Radiators einfach vergrößert.

In Helios[30]) wird ein Bürstenapparat, insbesondere für größere Maschinen, speziell Einanker-Umformer, beschrieben, bei welchem zum Zwecke der Reinigung die Bürstenträger um Scharniere drehbar und damit der ganze Bürstenapparat abklappbar ist. Ob der erzielte Vorteil die etwas komplizierte und nicht gerade sehr stabile Konstruktion rechtfertigt, mag dahingestellt bleiben.

Zum Zwecke der Vergrößerung der Reaktanz der Ständerwicklung und damit Begrenzung der plötzlichen Kurzschlußströme schlägt A. B. Field[31]) vor, die Nuten durch trapezförmige lamellierte Keile zu schließen, die einen zentralen Lüftungskanal haben. Diese Keile haben gleichzeitig den Vorteil, daß sie die Leiter vor einem beträchtlichen Nutenquerfeld schützen.

[1]) Helios Fachz. 1917, S 198. — [2]) Sitzung der Masch. Norm. Komm. Dez. 1917. — [3]) Primavesi, Ztschr. d. Österr. Ing. u. Arch. Vereins 1917, S 85. — [4]) v. Hanfstengel, El. Kraftbetr. 1917, S 96. — [5]) S. P. Smith, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 258, 300, 340. — [6]) Hawkins, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 888, 928. — [7]) T. A. Schou, El. World Bd 69, S 500, 753. — [8]) L. Klein, El. Masch.-Bau 1917, S 327. — [9]) L. Klein, El. Masch.-Bau 1917, S 369. — [10]) Dreyfus, Arch. El. Bd 6, S 165. — [11]) Niethammer, El. Masch.-Bau 1917, S 556. — [12]) Fischer-Hinnen, Bull. Schweiz. EV 1917, S 101. — [13]) Rikli, Bull. Schweiz. EV 1917, S 125. — ETZ 1917, S 470. — [14]) R. Richter, Arch. El. Bd 5, S 335. — [15]) Kade, ETZ. 1917, S 413. — [16]) El. Masch.-Bau 1917, S 291. — [17]) Lang, El. Masch.-Bau 1917, S 201, 232. — [18]) Lamme, Proc. Am. Inst. El. Ing. 1916, S 1579. — ETZ 1917, S 409. — [19]) Macklean u. Macklaere, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 465, 500. — [20]) Newbury, Electr. (Ldn.) Bd 78, S 548. — [20a]) G. E. Luke, El. World Bd 70, S 62. — [21]) Vidmar, El. Kraftbetr. 1917, S 265. — [22]) Knight, El. Masch.-Bau 1917, S 63. — [23]) Roberts, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 850. — [24]) Trettin, ETZ 1917,

S 448. — [25]) E. Jasse, Arch. El. Bd 5, S 237. — [26]) Rosenberg, El. Masch.-Bau 1917, S 525, 539. — [27]) Niethammer, El. Masch.-Bau 1917, S 113. — [28]) SSW, Helios Fachz. 1917, S 253. — [29]) El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 7. — [30]) Helios Fachz. 1917, S 254. — [31]) A. B. Field, El. World Bd 70, S 247.

Gleichstrommaschinen.

Von Direktor Dr.-Ing. W. Linke.

Theorie und Berechnung. Fischer-Hinnen[1]) behandelt die heute üblichen Trommelwicklungen und zwar die einfachen Schleifen- und Wellenwicklungen. Entgegen seiner Feststellung, daß andere Wicklungen nicht mehr verwendet werden, muß betont werden, daß in manchen Fällen auch heute noch Serieparallelwicklung mit gutem Erfolg ausgeführt wird. Auch lassen sich höhere Lamellenzahlen als 3 auf die Nut entgegen seinem Rat nicht immer vermeiden.

Mandl[2]) untersucht rechnerisch für mehrere Leiteranordnungen des Nutenankers und verschiedene Kommutierungsdauer die Pichelmayerschen Konstanten über die magnetische Leitfähigkeit des kommutierenden Stabbündels und vergleicht diese Werte mit denen des Pichelmayerschen Wechselstromversuchs.

Für die Bemessung von Wendepolen versucht Schübbe[3]) an Hand einiger Nachrechnungen praktisch vereinfachte Angaben zu machen. Er kommt zu dem Resultat, daß für gute Kommutierung entsprechend stark bemessene Wendepole wesentlich sind. Hier dürften aber die bekannten genaueren Rechnungen sicherer zum Ziele führen.

Für die Gleichstrom-Dreileitermaschine mit dreiphasigem Spannungsteiler leitet Lorenz[4]) eine Formel zur Berechnung der mittleren Spannungsdifferenz bei unsymmetrischer Belastung der beiden Netzhälften ab. Er erörtert, wie bei dreiphasigen Spannungsteilern und unsymmetrisch liegenden Schleifringanschlüssen durch Wahl verschiedener Windungszahlen des Spannungsteilers eine möglichst schwankungsfreie Spannungsteilung erzielt wird.

Die Lösung der sehr wichtigen Aufgabe der kurzschlußsicheren Gleichstrommaschinen erfährt durch DRP 295444[5]) eine Bereicherung. In der normalen Nebenschlußmaschine wird die eine Hälfte der Pole kompoundiert, die andere gegenkompoundiert. Bei normaler Belastung hebt sich dann die Wirkung der Kompoundspulen auf, die Maschine arbeitet bis zur normalen Belastung mit reiner Nebenschluß-Charakteristik. Bei Kurzschluß aber werden die kompoundierten Pole gesättigt, die gegenkompoundierten umgepolt und rufen Spannungsabfall hervor. Der gegenüber Nebenschlußdynamos erhöhte Kupferverbrauch kann bei Wendepolmaschinen zum Teil ausgeglichen werden, wenn nur die halbe Zahl der Wendepole eingebaut wird. Auf diese wirken die kompoundierten Windungen erregend. Die eigentliche Wirkung kommt durch die Ausbildung eines großen Streufeldes zustande. Denn sähe man von einem Streufeld ab, so würden die positiven und negativen AW der Hauptstromwicklung sich aufheben. Ob durch die Anordnung das Problem der Kurzschlußsicherheit der Gleichstrommaschinen einen wesentlichen Schritt gefördert ist, mag dahingestellt bleiben.

Eine recht interessante Anordnung dagegen, die Kommutierung von Gleichstrommaschinen und Umformern bei hohen Überlastungsstößen wesentlich zu verbessern und damit die Überschlagsgefahr hinauszurücken, ist von Miles Walker angegeben und von H. B. Bell[6]) beschrieben. Danach sind die Bürsten einer Polarität als Doppelbürsten ausgebildet, die voneinander isoliert sind und unmittelbar hintereinander auf dem Kollektor sitzen, wobei jede einzelne Bürste die halbe tangentiale Stärke der normalen Bürste haben kann. Der Hauptstrom verzweigt sich, wobei der eine Zweig die Wendepole durchfließt und zu der in der Drehrichtung nach vorwärts sitzenden Bürste A führt (Abb. 2), während

der andere Zweig einen den Wendepolen äquivalenten Widerstand durchfließt und zu der in der Drehrichtung nach rückwärts sitzenden Bürste B geleitet wird. Für lineare Kommutierung wird Bürste A und damit der Wendepolzweig den halben Strom führen. Die Windungszahl der Wendepole ist so zu bemessen, daß bei diesem halben Strom lineare Kommutierung erzielt wird. Tritt bei großer Überlastung eine Sättigung der Wendepole und damit Unterkommutierung ein, so steigt automatisch der Strom an der ablaufenden Bürstenkante oder im vorliegenden Falle in der Bürste A. Die Verteilung in den beiden Zweigen ist nicht mehr 1 : 1, sondern der Wendepolzweig erhält größeren Strom, wodurch die Wendepolerregung automatisch verstärkt wird. Es kann dies so weit gehen, daß die Bürste A den ganzen Strom führt, also die Wendepole die mehrfache Erregung bekommen. Eine noch stärkere Wirkung erhält man durch die Anordnung Abb. 3, wonach der Zweig der Bürste A positive Erreger-AW, der Zweig der Bürste B negative Erreger-AW bildet, wobei die Windungszahlen derart bemessen sind, daß bis zur normalen Last die für lineare Kommutierung erforderlichen AW der Wendepole resultieren. Bei Überlastungsstößen steigen infolge der Unterkommutierung die positiven AW, während die negativen AW sinken. Mit dieser Anordnung sollen praktisch recht gute Resultate erzielt worden sein.

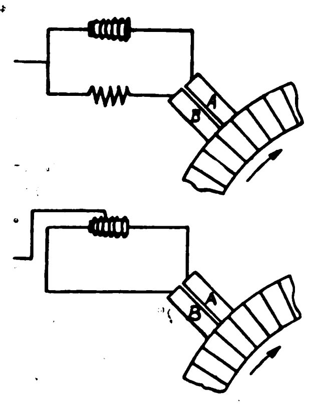


Abb. 2 u. 3. Verzweigungsbürsten zur Verbesserung der Kommutierung mit Wendepolen.

Bei Maschinen mit Eisenkollektoren zeigt Lang[7]), daß das Eigenfeld der kurzgeschlossenen Eisenlamellen verhältnismäßig große Werte gegenüber dem Eigenfeld der Ankerwicklung erreichen kann. Um die dadurch hervorgerufene Unterkommutierung auszugleichen, ist stärkere Bürstenverschiebung oder bei Wendepolmaschinen höhere Wendepolerregung erforderlich. Die angegebene Wendewicklungsverstärkung von 10 bis 15% dürfte jedoch als Mittelwert zu hoch sein. Die Verluste bei Eisenkollektoren findet er praktisch nicht höher als bei Kupferkollektoren.

Bezügl. Bahnmotoren weist E. V. Pannel[8]) auf die Wichtigkeit geringer Gewichte hin, insbesondere geringer zu beschleunigender Ankermassen und gibt Vergleichsdaten älterer und neuerer Maschinen. Schaulinien über gelüftete und ungelüftete Motoren zeigen die Vorteile der Lüftung bei längerem Betrieb. Die verschiedenen Lüftungsarten werden skizziert. Außer einigen anderen Daten wird die Grenzleistung bei Normalspur zu 200 kW angegeben und eine vergleichende Berechnung solcher Motoren für 600, 1200 und 1800 V durchgeführt.

Hellmund[9]) gibt eine Reihe guter Gesichtspunkte für den Bau von Bahnmotoren, die allerdings bekannt sind und in der Praxis meistens beobachtet werden.

Adler[10]) vergleicht an Hand von Fahrdiagrammen das Verhalten von Wendepolmotoren mit hohen Kupferverlusten gegenüber Motoren ohne Wendepole mit hohen Eisenverlusten und stellt fest, daß bei hohen Kupferverlusten die Thermometermessung der Anker die wirkliche Spulenerwärmung nicht wiedergibt. Er schlägt daher Widerstandsmessung vor, die bei den Wicklungen der Bahnmotoren gut durchführbar ist, und empfiehlt eine dahingehende Änderung der Maschinennormalien.

[1]) Fischer-Hinnen, El. Masch.-Bau 1917, S 1, 21. — [2]) Mandl, El. Masch.-Bau 1917, S 185, 204, 219. — [3]) Schübbe, El. Masch.-Bau 1917, S 453. — [4]) Lorenz, El. Masch.-Bau 1917, S 90. — [5]) Helios Fachz. 1917, S 122. — [6]) H. B. Bell, Electr. (Ldn.) Bd 80, S 4. — [7]) Lang, El. Masch.-Bau 1917, S 272. — [8]) E. V. Pannel, ETZ 1917, S 82. — [9]) Hellmund, ETZ 1917, S 429. — [10]) Adler, ETZ 1917, S 344.

Wechselstromerzeuger und Synchronmaschinen.

Von Dr.-Ing. F. Hillebrand.

Das vergangene Berichtsjahr brachte verhältnismäßig wenig Neuerscheinungen.

Arbeiten allgemeinen Inhalts. Vor allem ist eine recht umfangreiche Arbeit von St. P. Smith[1]) zu nennen, in der die Berechnung der Synchronmaschine behandelt wird. Der Verfasser geht besonders ausführlich auf die verschiedenen Wicklungsarten und die Form der Spannungskurve der dreiphasigen Synchronmaschine ein. Ein vollständig durchgeführtes Berechnungsbeispiel einer langsamlaufenden Maschine (750 kW, 250 Umdr./min) ergänzt die Ausführungen. B. Hague[2]) behandelt ebenfalls nach einer allgemeinen Besprechung einiger Eigenschaften von Mehrphasensystemen den Einfluß der Wicklungsverteilung und der Nutteilung auf die Spannungsharmonischen von Synchronmaschinen. Mit der Abhängigkeit des Maschinenausnutzungsfaktors von der Leistung und Umdrehungszahl befaßt sich Th. Schou[3]) in einer kurzen Abhandlung. Eine Sonderstellung nimmt J. Lißner[4]) mit seinen Differentialgleichungen der Wechselstrommaschine und seiner Theorie des Synchronmotors mit einphasig gewickeltem Anker ein. Abgesehen davon, daß seine neue Theorie zu keinen neuen Ergebnissen führt, wird es auch kaum einen Techniker geben, der seiner Behandlungsweise der Maschinenprobleme Geschmack abgewinnen könnte.

Kurzschluß. Mit den Erscheinungen beim plötzlichen Kurzschluß von Synchronmaschinen, die im vorhergehenden Berichtsjahr im Vordergrund des Interesses standen, befaßt sich R. Bown[5]) in einer Studie über den Schutz von Wechselstromdynamos bei Kurzschlüssen. Da die üblichen Reaktanzspulen im Ständerkreis die Arbeitseigenschaften der Dynamos ungünstig beeinflussen, untersucht der Verfasser qualitativ die Wirkung von Reaktanzspulen oder Vorschaltwiderständen im Feldkreis. Solche Vorschaltdrosselspulen reduzieren die bei plötzlichem Kurzschluß auftretenden Stromspitzen, während Vorschaltwiderstände im Feldkreis lediglich die Dämpfung des Ausgleichvorganges vergrößern, also ein schnelles Abklingen des Ständerstromes auf den stationären Kurzschlußwert erzwingen. Bei ganz oder teilweise massivem magnetischem Kreis versagen diese Mittel mehr oder weniger. Experimentelle Aufnahmen bestätigen diese Ergebnisse. Vergleichswerte von Größe und Preis der erforderlichen Reaktanzspulen bei Einbau in den Ständer- oder Feldkreis fehlen.

Innere Erwärmung von Wechselstromdynamos und die Beziehung zwischen innerer Übertemperatur und der außen meßbaren Übertemperatur behandelt R. Kelly[6]) in einem Vortrage, der leider nur auszugsweise vorliegt. Der Verfasser verfolgt rechnerisch die Verluste in den einzelnen Teilen und den Wärmestrom im Innern der Maschine und zeigt an mehreren Beispielen, wie es auf diese Weise verhältnismäßig einfach möglich ist, die innere und die außen meßbare Übertemperatur, die scheinbar in gar keinem greifbaren Zusammenhang stehen, in Übereinstimmung zu bringen. Der Rechnungsgang ist nur angedeutet, ausführlicher ist der Einfluß der Kupferbelastung, der Eisenverluste, der Nutisolation und der Wickelköpfe auf die Erwärmung der Einzelteile behandelt.

Nutenquerfeld. Ein anderes Sonderproblem, das zwar nicht speziell die Wechselstrommaschinen betrifft, für sie jedoch von großer Wichtigkeit ist, behandelt Dreyfus[7]). Zum erstenmal wird hier eine exakte Theorie des Nutenquerfeldes in unbelasteten Dynamoankern für gerade und verjüngte Zähne gegeben und eine einfache und sichere Berechnungsbasis geschaffen. Ausführliche Beispiele erläutern die Anwendung der Theorie; vgl. S. 24, Anm. 10.

Ausgeführte Maschinen. Erwähnt sei der Auszug einer Broschüre[8]) der Br. Westinghouse-Gesellschaft, in dem der Aufbau der Westinghouseschen Turbogeneratoren beschrieben ist. Besondere Sorgfalt scheint der sicheren unverrückbaren Befestigung der Läuferspulen gewidmet zu sein. Diese werden in

die offenen mit Metallkeilen verschlossenen Läufernuten mit einer Vorpressung eingebracht, die der Größe der Zentrifugalkraft entspricht. Aus einer kurzen Beschreibung der von der Maschinenfabrik Oerlikon benutzten Bauart der Hochfrequenzgeneratoren[9]) ist zu entnehmen, daß der aus Siemens-Martin-Stahl hergestellte Läufer mit lamellierten Wechselpolen versehen ist. Die Polteilung ist zur Erzielung sinusförmiger Spannung ungleichmäßig[10]).

[1])St. P. Smith, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 696, 734, 773, 812; Bd 80, S 10, 42, 80. — [2]) B. Hague, Electr. (Ldn.) Bd 78, S 710, 740, 765. — [3]) Th. Schou, El. World Bd 70, S 103. — [4]) J. Lißner, El. Masch.-Bau 1917, S 261, 276, 333. — [5]) R. Bown, El. World Bd 70, S 477. — [6]) R. Kelly, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 260. — [7]) L. Dreyfus, Arch. El. Bd 6, S 165. — [8]) El. Rev. (Ldn.) Bd 81, S 52. — Electr. (Ldn.) Bd 79, S 1001. — [9]) El. Masch.-Bau 1917, S 243. — [10]) ETZ 1917, S 69.

Induktionsmotoren und Drehtransformatoren.

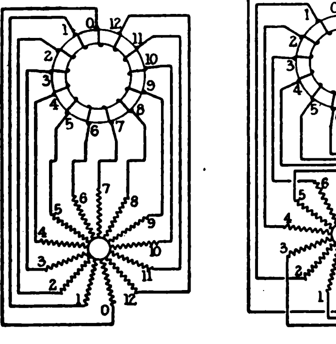
Von Oberingenieur W. Zederbohm.

Theorie und Berechnung. Um bei der Vorausberechnung asynchroner Drehstrommotoren die Leistungsgerade im Ossannadiagramm leicht und genau festlegen zu können, gibt H. Müller[1]) eine Hilfskonstruktion an. Sie beruht darauf, daß der Schnittpunkt des die Überlastung darstellenden Lotes auf die Verbindungslinie zwischen dem Nullpunkt und dem Mittelpunkt des Kreises mit der Leistungsgeraden sich je nach der Wahl des Ohmschen Widerstandes des Läufers auf einer Kurve dritten Grades (Descartessches Blatt) bewegt. Die einfache Konstruktion dieser Kurve und damit auch der Leistungsgeraden wird angegeben.

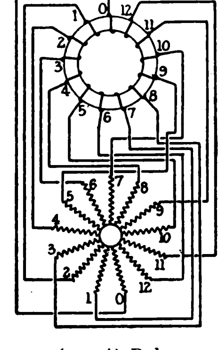
Bau. Die kleinen Motoren zwischen 0,35 bis 2 kW der Crocker-Wheeler-Co.[2]) zeichnen sich dadurch aus, daß sie eine Lüftungseinrichtung besitzen, die bisher meist nur bei großen Maschinen ausgeführt wurde. Eine Anzahl Läuferstäbe ragen aus dem Kurzschlußring heraus und dienen als Ventilatorflügel. Das Lagerschild ist so eingerichtet, daß die einströmende Luft um das Lager herum angesaugt, durch die Wicklungsköpfe der Ständerwicklung gedrückt und durch Löcher am obersten Rande des Lagerschildes wieder ausgestoßen wird. — Das Bedürfnis nach geschlossenen Motoren macht sich immer mehr, ganz besonders bei der chemischen Industrie, bemerkbar. Bei einer neueren Bauart wird der Mantel ganz geschlossener Motoren durch einen auf der Welle sitzenden Ventilator angeblasen. Eine Beschreibung solcher Motoren von BBC[3]) gibt an, daß hierdurch die Leistung der geschlossenen Motoren bis zur Leistung des offenen Modells gesteigert werden kann (bisher nur etwa 20 bis 30% für Motoren von etwa 30 kW); das Verwendungsgebiet solcher ganz geschlossenener Motoren wird wohl bald recht ausgedehnt werden.

Polumschaltbare Motoren. Einen polumschaltbaren Motor für sehr viele Geschwindigkeitsstufen beschreibt Creedy[4]). Der mit Kurzschlußläufer ausgeführte Motor hat im Ständer eine Trommelwicklung, die in eine große Anzahl von untereinander gleichen Teilen (Phasen) unterteilt ist, und an welchem bei Änderung der Drehzahl die gleiche Anzahl Phasen eines Phasentransformators zyklisch vertauscht angeschlossen werden. Für einen Motor mit 3 Drehzahlen werden 13 Phasen notwendig, für einen solchen mit 6 Drehzahlen 31 Phasen. Einen Überblick über die Verbindungen zwischen Phasentransformator und Motor für einen Motor mit 3 Drehzahlen gibt die Abb. 4; der Faktor a ist stets eine ganze Zahl. Der Motor hat für alle Drehzahlen konstantes Feld, also auch den gleichen Magnetisierungsstrom. Die Streuung hingegen wird für die geringere Drehzahl größer, ohne daß aber bei konstantem Drehmoment der Leistungsfaktor sich wesentlich ändert. Nötig für den Anschluß eines solchen Motors an ein Dreiphasennetz ist ein Phasenwandler und ein Umschalter oder eine Schaltwalze, die bei mehr als drei Drehzahlen verhältnismäßig kompliziert

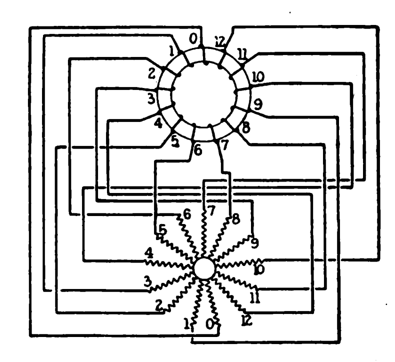
werden kann. In einigen Diagrammen wird noch der Leistungsfaktor und Wirkungsgrad für verschiedene Leistungen bei den verschiedenen einstellbaren Drehzahlen angegeben.



(a × 2) Pole



(a × 4) Pole



(a × 6) Pole

Abb. 4. Polumschaltbarer Motor.

Drehtransformatoren. In einer kurzen Beschreibung eines Drehtransformators der Westinghouse-Gesellschaft[5]) von 160 kVA bei 11000 V mit Ölkühlung interessiert, daß die Spulenisolation mit Mikanit ausgeführt wird. Um die Sekundärwicklung sind zum Schutz gegen Kurzschlußkräfte Stahlringe gelegt. Besondere Sorgfalt ist auf die Herstellung des Antriebes verwandt worden, um einseitigen Verschleiß und Klappern der Lager zu vermeiden. Weitere kurze Angaben werden über einen Drehtransformator derselben Gesellschaft[6]) für 600 kVA Eigenleistung, 13200 V und 60 Perioden mit 10 und 20% Regulierung gemacht. Wegen der verhältnismäßig hohen Verluste eines solchen Drehtransformators, die etwa das Dreifache der Verluste eines festen Transformators betragen, muß besonderes Gewicht auf die Abkühlung gelegt werden. An dem runden, glatten Ölkessel sind 20 mit Rippen versehene Kühltaschen untergebracht, so daß der Transformator wie ein riesiger Heizkörper aussieht. Er wird als der größte bisher ausgeführte angegeben, doch sind nach Propagandaveröffentlichungen der SSW bereits 6 Drehtransformatoren von 1200 kVA Leistung seit mehreren Jahren im R. W. E. in Betrieb. Ein großer Einphasendrehtransformator von ebenfalls 1200 kVA Leistung und 8000 V Spannung wird von der Firma BBC[7]) gebaut. Eine Übersicht über verschiedene neue Ausführungen und Schaltungen an Drehtransformatoren gibt Wolf[8]). Besonders bemerkenswert sind die dort angegebenen und erläuterten Sicherheitskuppelungen, um den Antriebsmechanismus des Drehtransformators gegen auftretende Kurzschlußkräfte zu schützen, außerdem einige Sicherheitsschaltungen für das Ein- und Ausschalten solcher Zusatztransformatoren aus den Netzen ohne Betriebsunterbrechung.

[1]) H. Müller, El. Masch.-Bau 1917, S 477. — [2]) Crocker-Wheeler Co., El. World Bd 70, S 696. — [3]) BBC Mitt. Okt. 1917. — [4]) F. Creedy, Electr. (Ldn.) Bd 78, S 544. — [5]) El. World Bd 70, S 648. — [6]) El. World Bd 69, S 536. — [7]) BBC Mitt. Jan. 1917. — [8]) W. Wolf, Helios Fachz. 1917, S 81, 91, 97, 105, 113, 122.

Wechselstrom-Kommutatormaschinen.

Von Oberingenieur M. Schenkel.

Zusammenfassende Arbeiten. Im ersten Abschnitt des Buches von Bloch[1]) wird erörtert, wie der Wicklungssinn von Maschinen bei der Aufstellung von Diagrammen zu beachten ist; die Methode wird an dem Beispiel eines Einphasen-

Nebenschlußmotors durchgeführt (s. JB 1916, S 35). Im zweiten Teil des Buches werden die Ortskurven von Wechselstrommaschinen nach der Methode der komplexen Zahlen bestimmt. Es wird gezeigt, welche komplexen Ausdrücke Geraden und Kurven zweiten und höheren Grades, die sich zum Teil selbst durchschneiden, entsprechen; und es wird wieder an dem Beispiel verschiedener Kollektormotoren und an Schaltungen, in denen Kollektormotoren vorkommen, gezeigt, daß die Ortskurven für Kollektormaschinen durchaus nicht stets Kreise sind, sondern teilweise Kurven höherer Ordnung; es werden auch Konstruktionsverfahren für derartige Kurven angegeben.

Schenkel[2]) bringt eine einheitliche Darstellung der Berechnung von Kollektoren für Wechselstrom-Kommutatormaschinen beliebiger Bauart und Phasenzahl unter Berücksichtigung der Erwärmung und Abkühlung der Kollektoren.

Lißner[3]) stellt die Differentialgleichungen für Wechselstrommaschinen einschließlich solcher mit Kommutator auf.

Adler[4]) behandelt im Rahmen einer Zusammenstellung mit anderen Motoren die Regulierung der verschiedenen Wechselstrom-Kommutatormotoren; vgl. S 43, Anm. 8.

Einphasen-Kommutatormaschinen. Hellmund[5]) und Seefehlner[6]) besprechen die Nutzbremsung von Eisenbahnzügen durch Einphasenstrom-Kommutatormotoren und vergleichen sie mit der Nutzbremsung bei anderen Motoren.

Mehrphasen-Kommutatormaschinen. Ernst[7]) behandelt den Einfluß des Zwischentransformators auf den Betrieb des Drehstrom-Reihenschlußmotors mit sogenanntem doppeltem Bürstensatz, von dem die eine Hälfte fest, die andere beweglich ist. Es werden die Diagramme für übersynchronen und untersynchronen Betrieb unter Berücksichtigung der Transformatorsättigung, sowie der Motor- und Transformatorstreuung und der Widerstände aufgestellt. Das Drehmoment des Motors vermindert sich infolge der Sättigung des Zwischentransformators beim Übersynchronismus, verstärkt sich beim Untersynchronismus. Im allgemeinen kann die Drehzahl des Motors nach oben hin durch die Sättigung des Transformators begrenzt und nach unten hin stabiler gemacht werden. Hierbei ist der Nachweis neu, daß diese Begrenzung und Stabilisierung nur für ein mittleres, für praktische Zwecke genügendes Gebiet von Bürstenstellungen eintritt.

Osnos[8]) untersucht den kompensierten Reihenschluß-Kollektormotor mit Drosselspulen, die an besondere Schleifringe angeschlossen sind, 1. wenn an den Kollektor keine Drosselspulen, 2. wenn auch an den Kollektor Drosselspulen angeschlossen sind. Die Drosselspuleninduktanz wird gleichzeitig durch übergelagerten Gleichstrom geregelt. Im Falle 1 hat die Kollektormaschine Reihenschlußcharakter, wenn die Induktanz der Drosselspule der des Ständers gleich ist, dagegen Nebenschlußcharakter, wenn man die Stärke des regelnden Gleichstromes von der Geschwindigkeit der zu regelnden Kollektormaschine abhängig macht. Schaltungen dafür werden angegeben. Im Falle 2 erhält man Nebenschlußcharakter bei besserem Regelbereich und Verwendung nur einer Drosselspule. Es wird auch untersucht, was geschieht, wenn statt der Drosselspulen Kondensatoren verwendet werden. — Fleischbein[9]) beschreibt den über Schleifringe vom Netz aus gespeisten Drehstrom-Nebenschlußmotor, der durch Verschiebung eines Doppelbürstensatzes geregelt wird.

Die British Thomson-Houston Co.[10]) beschreibt ihre Drehstrom-Kommutatormotoren mit Nebenschlußcharakteristik. Der Motor wird mit Bürstenverschiebung geregelt, läuft ohne Anlasser mit zweifachem Drehmoment bei anderthalbfachem Strome an und besitzt ein Drehzahl-Regelungsverhältnis von 1 : 3, bei geringen Mehrkosten auch von 1 : 4. Unabhängig von Frequenz und Geschwindigkeitsbereich haben kleinere Motoren stets neun, größere stets zwölf Bürstenhalter, so daß diese immer einen reichlichen Abstand voneinander besitzen. Die Maschinen sind, auch über den Kommutator, axial belüftet.

Brown, Boveri & Co.[11]) beschreiben die Vorteile gesättigter Phasenschieber. Die Charakteristik wird so berechnet, daß der Phasenschieber bereits bei verhältnismäßig kleinen Strömen auf ihrem gekrümmten Teile arbeitet. Für diesen Zweck muß das Joch mit dem Anker mitlaufen. Es ergeben sich folgende Vorteile: 1. die Feldform ist günstig, 2. das Feld ändert sich mit dem Strome nicht sehr stark, 3. das Streufeld kann auch nicht sehr stark wachsen, so daß die Kommutierungsspannungen nicht weiter zunehmen und die Kollektoren sich kleiner bauen lassen, 4. die phasenverbessernde Wirkung ist auch für kleine Belastungen des Hauptmotors erreicht. Es wird eine Schaltung angegeben, wonach man die genaue Herstellung der Phasenverschiebung 0 durch Widerstände erreichen kann, die dem Anker des Phasenschiebers parallel geschaltet werden. Diese Widerstände können durch ein Relais verändert werden, welches auf den Leistungsfaktor anspricht.

Nehlsen[12]) verwendet den Drehstrom-Reihenschluß-Kollektorgenerator als Phasenschieber. Er zeigt, daß mit ihm Induktionsmotoren auch bei Leerlauf kompensiert werden können, und daß Übergang in den Generatorbetrieb ohne Umschaltung von Leitungen möglich ist. Einesteils um richtig zu arbeiten, andernteils um die Erregung von Strömen falscher Frequenz zu vermeiden, wird der Generator stark gesättigt gebaut. Ausführungen sind bildlich dargestellt.

Betrieb und Verwendung. Die Bergmann EW[13]) beschreiben eine Schutzvorrichtung, durch die der Stillstand eines Kollektormotors unter Strom vermieden wird. Sie besteht im wesentlichen aus einer vom Motor durch Reibung mitgenommenen Scheibe, die Kontakte für ein im Motorstromkreis gelegenes Schütz schließt oder öffnet. Das Relais ist mit einer Verzögerungseinrichtung versehen. Sobald es infolge Stillstandes der Scheibe Strom erhält, öffnet es nach einiger Zeit den Motorstromkreis. Bei Bewegung des Motors wird die Scheibe abgelenkt, so daß das Relais keinen Strom erhält und der Motorstromkreis dauernd geschlossen bleibt.

Brown, Boveri & Cie.[14]) besprechen ihren Doppel-Repulsionsmotor für Fördermaschinen. Die besonderen Vorzüge dieses Motors werden hervorgehoben, seine neueste Belüftung gezeigt, die Leistungsaufnahme und -rückgabe und Fördergeschwindigkeit dargestellt. Außerdem werden die Einrichtungen beschrieben, die bei der selbsttätigen Stillsetzung (Retardierung) von Doppel-Kommutatormotoren angewendet werden und für diese besonders ausgebildet worden sind.

Eine kurze Beschreibung der Repulsionsmotoren für Aufzüge, Bauart der SSW, liefert in Wort und Bild Trott[15]). Spinnereimotoren, und zwar sowohl Repulsionsmotoren als auch Drehstrom-Kollektormotoren in den Ausführungsformen der AEG, der SSW und der Maschinenfabrik Oerlikon bespricht Werber[16]).

In einem Bericht der Rhätischen Bahn[17]) finden sich sehr interessante Angaben über den Kohlenbürstenverbrauch von Lokomotivmotoren. Für je 1000 Lokomotiv-km verbrauchen Seriemotoren 0,78 Stück, Derimotoren 15,92 Stück.

[1]) O. Bloch, Die Ortskurven der graphischen Wechselstrom-Technik. Zürich, Rascher & Co. 1917. — [2]) M. Schenkel, ETZ 1917, S 101. — [3]) J. Lißner, El. Masch.-Bau 1917, S. 276. — [4]) Adler, El. Masch.-Bau 1917, S 173. — [5]) R. E. Hellmund, Proc. Amer. Inst. El. Eng. 1917, S 1. — [6]) E. E. Seefehlner, El. Kraftbetr. 1917, S 405, 571. — [7]) M. Ernst ETZ 1917, S 561. — [8]) M. Osnos, El. Masch.-Bau 1917, S 357. — Lißner & Osnos, El. Masch.-Bau 1917, S 500. — [9]) Fleischbein, El. Anz. 1917, S 315. — [10]) Brit. Thomson-Houston Co., Electr. (Ldn.) Bd 78, S 470. — [11]) Brown, Boveri & Co., El. Anz. 1917, S 107. — [12]) H. Nehlsen, ETZ 1917, S 593. — [13]) Bergmann-Elektrizitätswerke, A.-G., DRP 262976. — Helios Exportz. 1917, S 458. — [14]) Brown, Boveri & Co., B B C Mitt. 1917, S 52, 67. — [15]) K. Trott, Helios Fachz. 1917, S 368. — [16]) B. Werber, Helios Fachz. 1917, S 25. — [17]) Schweiz. Bauztg. Bd 69, S 192.

Drehumformer und Gleichrichter, Elektromagnete, Transformatoren.

Von Oberingenieur Dipl.-Ing. F. Paufler.

Drehumformer.

Lißner[1]) stellt die Differentialgleichungen eines von Wirbelströmen, Hysterese und Sättigungserscheinungen freien Umformers auf und erläutert ihre Verwendung. Die unregelmäßigen Schwankungen der Klemmenspannung, die abhängig von der Bewegung der Bürsten relativ zu den Schleifringanschlüssen auftreten, und den Einfluß der beiden Ströme auf die Schleifring- und die Klemmenspannung bei verschiedenen Leistungsfaktoren untersucht Neville[2]).

Als Phasenumformer schlagen Alexanderson und Hill[3]) eine synchron oder asynchron betriebene Maschine mit Käfigläufer und 2 Ständerwicklungen vor, von denen die eine motorisch, die andere generatorisch wirken soll. Um die Ströme durch die Wicklungen zu treiben, kann ein besonderer Generator oder Umformer dienen. Wenn Einphasenstrom von mehreren Phasen entnommen wird, legt man den Phasenumformer in Nebenschluß zur Leitung (Nebenschlußumformer). Soll ein einzelner Apparat (z. B. ein Schmelzofen) einphasig von einem Mehrphasennetz gespeist werden, so schaltet man den Einphasenstromkreis in Reihe zu einer Phase des Umformers (Hauptstromumformer).

Als Periodenumformer führt Townend[4]) an: 1. Apparate, in denen durch Transformatorwirkung die Umformung elektromagnetisch geschieht; es sind nur Übersetzungen 1:3 oder Vielfache davon möglich. 2. Maschinen, in denen die Energie teils elektromagnetisch, teils mechanisch umgeformt wird; wo die Spannungsregelung nicht sehr wichtig ist (Hochfrequenztechnik), ist ihre Anwendung aussichtsreich. 3. Die ganze Energie wird mechanisch in einem Zweimaschinensatz, bestehend aus Synchrongenerator und Synchron- oder Asynchronmotor, umgeformt. Hinsichtlich des Leistungsfaktors, der Umkehrbarkeit und der Wahl der Übersetzung ist der Synchronantrieb überlegen, die Synchronisierung und die Verteilung der Belastung auf mehrere Maschinen ist beim Asynchronantrieb leichter. In bezug auf Kosten, Überlastbarkeit, Zuverlässigkeit und Platzbedarf sind beide Arten bei gleicher synchroner Drehzahl fast gleichwertig. Verstellbare Ständer sind bei Maschinen von 2000 kW ausgeführt. — Partridge[4]) hat Motorgeneratoren ohne Verstellung des Ständers synchronisiert, indem er sie über einen Wasserwiderstand einschaltete, nach und nach in Phase brachte und den Widerstand kurzschloß. Für große Leistungen zieht er den asynchronen Umformer vor. — Walker[4]) hält zur Kupplung großer Kraftwerke den Synchronumformer nur bei großer eigner Leistung für anwendbar. Zur Vermeidung des verstellbaren Ständers bei Synchronumformern schlägt er eine Bewicklung der Feldmagnete mit magnetischer Verschiebbarkeit der Polachsen vor, die mit Regelwiderständen eingestellt werden.

Ruhende Gleichrichter.

Von BBC[5]) werden die Großgleichrichter mit zwei Hilfsanoden ausgeführt, wenn sie einen Betrieb mit starken Belastungsschwankungen oder mit vollen Unterbrechungen des Nutzstromes (z. B. Stillstand aller Wagen bei Straßenbahnen) speisen. Die Hilfsanoden erhalten einen etwa 5 A verbrauchenden Erregerlichtbogen aufrecht. Zur Parallelschaltung von Gleichrichtern dienende Drosselspulen können nach Schäfer[6]) wie Stromteiler oder wie Drosselspulen geschaltet sein. Im ersteren Falle ist ihr Energieverbrauch gering, aber gleichzeitiges Arbeiten aller Gleichrichter erforderlich, im letzteren Falle ist zwar der Energieverbrauch größer, aber eine höhere Induktivität vorhanden und Zu- und Abschalten von Gleichrichtern möglich. Für die Spannungsregelung beim Laden von Akkumulatoren sind die billigeren Regeldrosselspulen mit verstellbarem Eisenkern den Dreh- und Stufentransformatoren vorzuziehen. Zur Messung der Luftleere wird das Mc Leodsche Vakuummeter empfohlen. — Bei Glühkathodenröhren[7]) steigt die Stromstärke mit der Temperatur der Glühkathode.

Die Steigerung ist dadurch begrenzt, daß bei großen Strömen ein Teil der Elektronen zur Kathode zurückkehrt. Wird jedoch zwischen die Elektroden ein positiv geladenes Gitter geschaltet, so fließt der ganze Elektronenstrom von der Kathode zur Anode. Röhren mit einem solchen Gitter sind „Pliotron" genannt worden. Ihre technische Ausführung beschreibt White[8]). Sie sollen zur Erzeugung von Hochfrequenzströmen geeignet sein; White will damit Frequenzen von 50 Mill. Per/s erzeugt haben. — Ein von Wolcott und Erickson[9]) beschriebener Gleichrichter beruht darauf, daß eine aus Platte und Spitze gebildete Entladungsstrecke die Entladung in einer Richtung begünstigt. Ein in der Richtung Spitze—Platte konzentrisch zur Spitze geblasener kräftiger Luftstrom behindert die Ausbildung eines dauernden Lichtbogens. Die Anordnung ist nur für hohe Spannungen (> 10 kV) verwendbar, welche die Zündspannung der Funkenstrecke übersteigen, sie soll aber mit Spannungen bis 350 kV und Frequenzen bis 500 Per/s befriedigend arbeiten. — Den Tungar-Kleingleichrichter, zur Ladung kleiner Batterien geeignet, beschreibt Russell[10]). Die mit Glühlampensockel ausgebildete Glasglocke enthält eine Spirale aus feinem Wolframdraht als Kathode und die Graphitanode und ist mit Argon gefüllt. Der Spannungsabfall zwischen Kathode und Anode beträgt nur 5 bis 10 V. Es sind 2 Typen ausgebildet für 2 und 6 A, letztere für 500 W Höchstleistung.

Elektromagnete.

Nach Thomälen[11]) wird beim Wechselstromhubmagnet die Hubarbeit nicht durch die Abnahme der magnetischen Energie geliefert. Wenn die Hubzeit mehrere Perioden in Anspruch nimmt, H_m der Scheitelwert der Feldstärke im Luftspalt (einfache Sinusfunktion vorausgesetzt), F die Fläche des Luftspaltes, l_1 und l_2 die Länge des Luftspaltes zu Anfang bzw. zu Ende einer vollen Anzahl von Perioden, also $l_1—l_2$ der Hubweg ist, so ist die Hubarbeit während der ganzen Hubzeit $A = \frac{1}{8\pi} \cdot H_m^2 \cdot F \cdot \frac{1}{2} (l_1 - l_2)$ und die Differenz der Höchstwerte der magnetischen Energie im Luftraum vor und nach dem Hub $U_1 - U_2 = \frac{1}{8\pi} \cdot H_m^2 \cdot F (l_1 - l_2)$, also doppelt so groß wie die Hubarbeit. Diese Differenz darf nicht als Abnahme bezeichnet werden; dadurch würde man zu der falschen Vorstellung verleitet werden, die Abnahme der Energie decke die Hubarbeit. Formeln einfacher Bauart und Kurven für die Beziehungen zwischen Zugkraft, Spulenlänge, Kerndurchmesser und Zahl der AW an Zugmagneten und Solenoiden stellt Hedges[12]) auf. - An Lasthebemagneten haben sich nach Müller[13]) oxydisolierte Aluminiumspulen bewährt, weil sie höhere Temperaturen besser aushalten als faserstoffisolierte Spulen. Dabei ist das Gewicht eines mittelgroßen Magnets bei gleicher Leistung mit Aluminiumspulen um 30% geringer als mit Kupferspulen. Zink ist nur verwendbar, wenn die Spule künstlich gelüftet werden kann; trotz der Gefahr der Verschmutzung sollen sich nach Bing[14]) solche Magnete bewährt haben. — Ruß[15]) beschreibt einen Magnet, bei welchem die Erregerspule in einem mit einer isolierenden Flüssigkeit gefüllten Hohlraum liegt; die Flüssigkeit läuft zur Wärmeableitung in Kanälen um. — Beim Anheben von Nieten, Schrauben u. ä. tritt durch magnetischen Kurzschluß eine Verringerung der Hubkraft ein, die durch Luftschlitze im Magnetgehäuse vermieden werden kann. — Die MAN führt zum Heben von Kleinzeug Magnete mit beweglichen Polfingern aus. Beim Abschalten großer Magnete wird der Erregerstrom stufenweise verringert, die Spule über einen Widerstand kurzgeschlossen und vom Netz getrennt. Auf den folgenden Stufen wird der Induktionsstrom in einem Widerstand unterdrückt. Jenseits der Nullstellung ist eine Entmagnetisierungsstellung. — Dauerversuche mit Stahlbändern als Treibriemenersatz, die zur Erhöhung der Reibung auf elektromagnetisch erregten Riemenscheiben liefen, haben, wie Weston[16]) berichtet, voll befriedigt, jedoch ist die Frage nach der Lebensdauer der Stahlbänder noch nicht beantwortet.

Transformatoren.

Theorie. Zur Betrachtung des Eindringens von Wanderwellen in Transformatorwicklungen faßt man gewöhnlich die Wicklung als freie Leitung mit hohem Wellenwiderstand auf. Daß diese Auffassung nicht immer zulässig ist, beweist Böhm[17]). Klemmen und Wicklung stellen eine Kapazität dar, von der er einen Teil als an den Klemmen konzentriert annimmt und welche mit den vorgeschalteten Induktivitäten (Schutz- und Auslöserspulen, Stromwandlern) einen Thomsonschen Schwingungskreis bildet. Auf diesen treffen periodische Rechteckwellen bei jedem betriebsmäßigen Schaltvorgang und bei Erd- oder Kurzschluß und Sinuswellen, wenn ein anderer Schwingungskreis, der durch die Kapazität der Sammelschienen und die Schutzspulen einer Freileitung gebildet werden kann, in Schwingungen gerät. Die Überspannung kann bei Erregung durch Sinuswellen den 2,5 bis 4fachen Wert der Spannungsamplitude der Sinuswelle, bei Resonanz mit Rechteckwellen beim Kurzschluß den 3,5 bis 5,5fachen Wert, beim Einschalten den 4,5 bis 6,5fachen Wert der Spannung der Welle betragen. Bei der erwähnten unzulässigen Betrachtungsweise kann eine durch innere Resonanz veranlaßte Überspannung von der dreifachen Höhe der Klemmenspannung bei Annahme mittlerer Dämpfungsverhältnisse ermittelt werden. Böhm führt den Begriff der „kritischen Frequenz“ ein; Schwingungen mit der kritischen Frequenz liefern den höchsten Spannungsgradienten am Anfang der Wicklung. Transformatoren mit hoher Windungskapazität und starker magnetischer Verkettung sind gegen Hochfrequenzüberspannungen gesichert. Die Windungskapazität kann erhöht werden, indem man die Spulen aus dünnen Bändern wickelt. Die Forderung hoher Windungskapazität steht im Widerspruch zu der üblichen Verstärkung der Isolation an den Anfangsspulen, durch welche die Kapazität verringert wird. Die Eingangsspulen können durch Einbau metallischer Schirme, die mit dem Wicklungsanfang leitend verbunden sind, oder durch Verbindung einzelner Punkte der Wicklung untereinander durch Kapazitäten geschützt werden; hierdurch entstehende Nebenschwingungskreise können neue Störungen veranlassen.

Bauch[18]) stellt für den Fall, daß ein Kerntransformator einspulig, d. h. zwischen einer Klemme und dem Sternpunkt bei Y/Y-Schaltung, belastet ist oder daß in einer Spule eine Beschädigung auftritt, die Gleichungen für die Spannungs- und Stromverteilung und die Diagramme auf. — Curtis[19]) untersucht die Höhe der Spannung bei verschiedener Belastung der 3 Phasen in Netzen, die von 2 Einphasentransformatoren in V-Schaltung gespeist werden, und findet Spannungsunterschiede an den 3 Klemmen bis zu 10%.

Bolliger[20]) zeigt, daß man jeden Betriebszustand als Superposition von 2 Kurzschlußversuchen (primär und sekundär) auffassen, das Prinzip der „Ähnlichkeitstransformation“ einführen und daraus das Transformatordiagramm in der allgemeinsten Form ableiten kann. Die Lösung aller Beziehungen zwischen den Bestimmungsgrößen einzelner Betriebszustände bei einer bestimmten Frequenz ist möglich, u. a. auch die Ableitung irgendeines neuen Betriebszustandes aus zwei beliebigen anderen.

Wie günstig bei Stromwandlern die Verwendung legierten Eisenbleches auf die Genauigkeit der Instrumentangaben wirkt, wenn die Kraftliniendichte zwischen 800 und 5000 cgs/cm^2 gewählt wird, und daß von den Eisenverlusten fast nur die Hystereseverluste die Phasenabweichung zwischen Primär- und Sekundärstrom und das Übersetzungsverhältnis beeinflussen, zeigt Wirz[21]). Die Abweichungen infolge Änderung der Frequenz (kleiner werdender Instrumentenstrom bei fallender Frequenz, besonders bei kleinem Primärstrom) sind erheblich. Der Fehler, der durch stark verzerrte Spannungskurven verursacht wird, kann bis 5% betragen. Auch die Veränderlichkeit des remanenten Magnetismus kann erhebliche Abweichungen zur Folge haben. Im ganzen sind die durch äußere Einflüsse hervorgerufenen Fehler größer und ernster als die aus inneren Ursachen herrührenden (Eigenschaften des Eisens, Stoßfugen). — Methoden zur Bestim-

mung des genauen Übersetzungsverhältnisses und der Phasenverschiebung von Stromwandlern geben de la Gorce[22]) und Makower und Wust[23]) an.

Berechnung. Vidmar[24]) trennt die Jahresverluste in die gleichzeitig mit den Kupferverlusten (V_k) bei Vollast auftretenden Eisenverluste (V_e) und in die übrigbleibenden Eisenverluste V_e (n—1); während eines Jahres treten die Eisenverluste n-mal länger auf als die Kupferverluste. Verhält sich aber der Wert der Leerlaufsverluste zum Wert der bei Vollast verlorengegangenen Arbeit wie ξ : 1, so ist der „Wirtschaftlichkeitsgrad" $w = N/[N + (V_e + V_k) + (n-1)\, V_e\, \xi]$ (N = Leistung des Transformators in kW). Da der Wirkungsgrad $\eta = N/(N + V_e + V_k)$ und der Jahreswirkungsgrad $\varepsilon = N/(N + n\, V_e + V_k)$ ist, und ξ höchstens $= \frac{1}{2}$ gesetzt werden darf, wird $w = 2\, \varepsilon\eta/(\varepsilon + \eta)$. w liegt fast in der Mitte zwischen dem Vollast- und dem Jahreswirkungsgrad. Bei neuen Transformatoren sind die Eisenverluste nur noch 40% der Gesamtverluste, die Leerlaufsverluste werden klein im Vergleich zu den Kupferverlusten, der Wirtschaftlichkeitsgrad nähert sich dem Vollastwirkungsgrad. Bei Großtransformatoren mit sehr wirksamer Kühlung ist das Verhältnis der Teilverluste ganz im Sinne des hohen Wirtschaftlichkeitsgrades verschoben. Das Verlustverhältnis $V_e : V_k = 1 : 2$ ist nach Vidmar wirtschaftlich noch gerechtfertigt; es kann bei Trockentransformatoren nicht ganz erreicht werden, für die aber wegen der kleinen Anschaffungskosten ein schlechterer Wirtschaftlichkeitsgrad annehmbar ist. — Für den ersten Entwurf empfiehlt Vidmar[25]) die Regel, daß die Kupferverluste sich zu den Eisenverlusten wie die Kosten des Eisenkörpers zu denen des Kupfers verhalten. Damit wird der Hauptanteil der Kosten auf das Eisen geschoben, während das Kupfer den höheren Anteil an den Verlusten auf sich zieht. — Für Überlastungsbetriebe müssen nach Müller[26]) größere Transformatoren gewählt werden als für Dauerbetrieb, können aber höher beansprucht werden. Für die kleinste Typenvergrößerung und für das Verhältnis der Verluste bei Überbelastung zu denen bei Normalbelastung werden Formeln aufgestellt, die jedoch, wie Nolen[27]) feststellt, nur gelten, wenn die Überlastung bis zur Erreichung der unveränderlichen Endtemperatur dauert, nicht aber für kürzere Überlastung.

Stern[28]) schlägt eine weitgehende Normalisierung kleiner und mittlerer Transformatoren vor. Man bilde 3 verschiedene Wicklungen für die Niederspannung aus, jede aus 2 gleichen Spulen bestehend, bemesse sie a) zur Parallelschaltung der Spulen in Y-Schaltung für 115, 125 und 230 V bei Leerlauf und erhält b) bei Reihenschaltung der Spulen und Y-Schaltung 230, 250 und 460 V und c) bei Zickzackschaltung der Schenkel 199, 216,5 und 398 V. Für die Oberspannung wähle man Y-Schaltung mit Anzapfungen bei $\pm$ 3% und die Spannungen 2, 3, 5, 6, 10 und 15 kV. Die Leistungen lege man zu 5, 10, 20, 30 und 50 kVA fest.

Für Bahntransformatoren gibt Kummer[29]) das Volumen, bezogen auf die Einheit der Scheinleistung EI an zu $V_1 = C/\sqrt[4]{EI}$ dcm³/kVA, wo C abhängig von der magnetischen Beanspruchung des Eisens und von der Stromdichte im Kupfer ist und für 15 bis 16 Per/s bei einphasigen Trockentransformatoren mit Gebläsekühlung und Öltransformatoren mit natürlicher Kühlung $C = 3{,}5$, bei Wasser- und Ölumlaufkühlung $C = 2{,}1$ bis 2,4 gesetzt werden kann. Für Bahntransformatoren sind die Eisenverluste wesentlich kleiner als die Kupferverluste zu nehmen; bei großen Transformatoren aus legiertem Blech für $EI = 1000$ bis 5000 kVA sollen die Kupferverluste etwa 1,5 bis 1,1%, die Eisenverluste 40% davon ausmachen.

Aluminium und Zink. Für Transformatorspulen ist oxydisolierter Aluminiumdraht nicht verwendbar; die beklöppelte Aluminiumwicklung beansprucht mehr Raum als eine Kupferwicklung. Wenn in einem Transformator das Kupfer durch Aluminium ersetzt wird, muß nach Vidmars[30]) Berechnungen bei gleicher Betriebstemperatur die Leistung im Verhältnis $\sqrt{1{,}7:1}$ verkleinert werden. Bei einem stark ausgenutzten Trockentransformator kann die Leistung bei zulässiger Temperaturerhöhung die gleiche bleiben. Der Al-Transformator wird dabei

leichter und um 14% billiger als der Cu-Transformator, wenn der Grundpreis für Aluminium und Kupfer der gleiche ist. In günstigeren Fällen können bei gleichem Grundpreis der Metalle die Kosten beider Transformatoren gleich sein, der Al-Transformator aber bis zu 17,5% mehr leisten. Verhalten sich die Gewichte des Wicklungsmaterials wie 1:2, so ist die Wärmekapazität in beiden Fällen etwa gleich. Bleibt der Preis des unbearbeiteten Aluminiums nach dem Kriege unter dem des Kupfers, so hat der Al-Transformator eine Zukunft. Der Ansicht Vidmars, die Wärmeabgabe sei beim Trockentransformator mit stehenden Schenkeln besser als bei dem mit wagerecht übereinanderliegenden, tritt Hundt[31]) entgegen; bei Versuchen erreichte die Wicklung die Endübertemperatur von 57° bei liegenden und von 78° bei stehenden Schenkeln. — Eingehende Vergleiche über die Kosten für 1 kVA bei Verwendung verschiedener Metalle für die Wicklung (Kupfer, Aluminium und Zink) und für den Eisenkörper (Elektrolyteisen-, Dynamo- und legiertes Blech) und bei verschiedener Verteilung der Verluste stellt Metzler[32]) an. Danach ist der Al-Transformator der billigste, der Zink-Transformator der teuerste. Zink kann wegen seines hohen spezifischen Gewichtes und seiner geringen Leitfähigkeit mit Kupfer nicht in Wettbewerb treten.

Bau. Die Westinghouse Co.[33]) führt zur Speisung von sechsphasigen Umformern 3 magnetisch nicht verkettete, in gemeinsamem Ölkessel stehende Einzeltransformatoren aus. — Einen großen selbstkühlenden Einphasentransformator von 8000 kVA bei 25 Per/s und 44/6,6 kV hat die Gen.El.Co.[34]) gebaut. Der Ölkessel hat 24 Kühltaschen; die gesamte Strahlungsoberfläche ist 530 m² oder, bei 100 kW Verlust, 0,53 W/dcm².

Bei großen Wellblechkesseln können nach Angaben von Wolf[35]) zur Erhöhung der Steifigkeit die Seitenwände der Wellen gekrümmt oder auch gewellt sein. Zur Verkürzung der Klemmen werden Deckel aus Isoliermaterial mit eingelegten Metallplatten vorgeschlagen. Bei Lufttransformatoren für hohe Spannungen umkleiden die SSW die Hochspannungsspulen mit einem Kupfermantel, um die Isolation vor dem Einfluß der Luft und vor Beschädigung durch Ionisierung zu schützen; der Kupfermantel bildet die Niederspannungswicklung. Zur Verringerung der Feldstärke an der Oberfläche können bei Röhrenwicklung zwischen Hoch- und Niederspannungsspulen geschlitzte Metallschirme eingebaut werden, die in leitender Verbindung mit der Hochspannungswicklung stehen. Zum Schutz der Spulen, die nicht mehr verstärkt isoliert sind, gegen die Gefahren eindringender Wanderwellen ordnet die AEG eine Hilfsspule an, die mit dem Magnetfluß verkettet und geerdet ist und mit der Endspule einen Kondensator bildet. — Den Füllfaktor bei Kupfer gibt Still[36]) an zu 0,45 in großen Transformatoren mit Spannungen unter 2200 V, zu 0,35 bis 0,2 bei Spannungen von 33 kV und Leistungen von 200 kVA und darüber und zu 0,13 bei Spannungen von 100 kV. Die Stärke der Ölschicht wählt er bei Öl mittlerer Güte, bei dem der Überschlag bei $(6{,}3 + E)$ mm Abstand zwischen Spitze und Scheibe erfolgt, zu $(6{,}3 + 2E)$ mm, (E = Spannung in kV); ist noch Isoliermaterial vorhanden, so wählt er für die Stärke der Ölschicht und der Isolation je $\frac{1}{2}(6{,}3 + 0{,}8 \cdot E)$. Der Oberflächenkriechweg sei in Öl $(13 + 2{,}5 \cdot E)$ mm, in Luft $(13 + 13 \cdot E)$ mm.

Betrieb. Öl. Längere Zeit unbelastete Transformatoren können sich selbsttätig vom Netz abschalten; Wiedereinschalten kann durch Fernbetätigung erfolgen. Passende Schaltungen gibt Wolf[35]) an. Einen Apparat zum Anzeigen einer Störung im Kühlwasserzulauf verwendet die Connecticut Power Co.[37]) Heinrich[38]) beschreibt eine Einrichtung zur selbsttätigen Inbetriebsetzung eines Feuerlöschapparates in Transformatorkammern.

Für Isolieröle aus galizischem oder rumänischem Petroleum haben die an das Öl zu stellenden „Techn. Bedingungen" geändert werden müssen[39]). — Sehr wichtig ist die Staubfreiheit des Öles. Schon Spuren von Staub setzen die Überschlagsspannung wesentlich herunter. Nach Versuchen von Hirobe, Ogawa und Kubo[40]) hält staubfreies Öl die drei- bis viermal höhere Überschlagsspannung aus als nicht staubfreies. — Sorensen[41]) empfiehlt zur Kontrolle

der Isoliereigenschaften des Öles die Anwendung eines Stromzeigers mit Ohmskala, der mit einer Stromquelle hoher Spannung (1000 V) und zwei in bestimmtem Abstand von einander im Öl liegenden Kugeln in Reihe geschaltet ist. Je größer der Ausschlag des Instrumentes, um so kleiner ist die Isolierfähigkeit des Öles.

Verschiedenes. Die Theorie und die Wirkungsweise des Epsteinschen Frequenzverdopplers untersucht Osnos[42]. Er kommt zu dem Ergebnis, daß bei konstanter Summe der Gleichstrom- und der Wechselstrom-AW der Sekundärfluß dann am größten ist, wenn das Verhältnis des zeitlichen Höchstwertes der Wechselstrom-AW zu den Gleichstrom-AW = 2 ist. Lehmann[43] bestreitet, daß die günstigste Erregung an ein festes Verhältnis der AW gebunden ist. Der Nachteil, daß die Sekundärspannung höchstens 0,7 × Primärspannung für eine Windung ist, kann bei Hochfrequenzströmen durch Kondensatoren kompensiert werden.

Zur angenäherten Berechnung der Selbstinduktivität von Drosselspulen ohne Eisen stellt Korndörfer[44] stets brauchbare empirische Formeln auf. Zur Berechnung der gegenseitigen Induktivität und Anziehung zylindrischer eisenloser Drosselspulen, die parallelachsig nebeneinander liegen, gibt Dwight[45] Unterlagen, Rechnungsergebnisse und Schaubilder.

Carter[46] tritt für mehrphasige Ausbildung der Spannungsteiler in Gleichstrom-Dreileiternetzen ein, empfiehlt jedoch wegen der Zahl der Schleifringe den sechsphasigen Spannungsteiler nur für große Maschinen, für mittlere den vierphasigen, für kleine den zweiphasigen. Zu weit gehende Unterteilung bringt keinen Vorteil mehr. Die Spannungsteiler werden in Stern geschaltet und der Sternpunkt mit dem Mittelleiter verbunden. Für die Spannungsteiler ist des kleinen Magnetisierungsstromes wegen mit niedriger Eisensättigung zu rechnen.

[1] J. Lißner, El. Masch.-Bau 1917, S 277, 351, 362. — [2] S. Neville, Electr. (Ldn.) Bd 80, S 304. — [3] E. F. W. Alexanderson u. G. H. Hill, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 26. — [4] R. Townend, El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 219, 361. — Electr. (Ldn.) Bd 78, S 738. — [5] Schweiz. Bauztg. Bd 69, S 18, 25. — [6] B. B. Schäfer, ETZ 1917, S 89, 107. — [7] El. Anz. 1917, S 43. — [8] W. C. White, El. Masch.-Bau 1917, S 85. — [9] E. R. Wolcott u. C. T. Erickson, ETZ 1917, S 558 (nach El. World Bd 70, S 22). — [10] R. E. Russell, Gen. El. Rev. 1917, S 209. — El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 584. — [11] Ad. Thomälen, ETZ 1917, S 473. — [12] G. L. Hedges, El. World Bd 70, S 754. — [13] R. Müller, Dingl. Bd 332, S 246. — [14] J. Bing, ETZ 1917, S 291. — [15] E. Fr. Ruß, ETZ 1917, S 190, 205. — [16] P. L. Weston, El. Rev. (Ldn.) Bd 81, S 383. — [17] O. Böhm, Arch. El. Bd 5, S 383. — [18] R. Bauch, El. Masch.-Bau 1917, S 371, 423, 430. — [19] L. F. Curtis, El. World Bd 70, S 302. — [20] A. Bolliger, Arch. El. Bd 5, S 255. — [21] E. Wirz, Arch. El. Bd 6, S 23. — [22] P. de la Gorce, El. Masch.-Bau 1917, S 281 (nach Bull. Soc. Int. El. 1916). — Electr. (Ldn.) Bd 78, S 463. — [23] A. J. Makower u. A. Wust, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 581. — [24] M. Vidmar, El. Masch.-Bau 1917, S 237. — [25] M. Vidmar, El. Masch.-Bau 1917, S 77. — [26] J. Müller, El. Masch.-Bau 1917, S 137. — [27] H. G. Nolen, El. Masch.-Bau 1917, S 236. — [28] G. Stern, ETZ 1917, S 277. — [29] W. Kummer, El. Masch.-Bau 1917, S 304 (nach Schweiz. Bauztg. Bd 69, S 105). — [30] M. Vidmar, El. Masch.-Bau 1917, S 321. — [31] A. Hundt, ETZ 1917, S 607. — [32] K. Metzler, Helios Fachz. 1917, S 305, 313, 321. — [33] Electr. (Ldn.) Bd 80, S 150, 188. — [34] El. World Bd 69, S 1284. — El. Masch.-Bau 1917, S 132. — [35] W. Wolf, Helios Fachz. 1917, S 81, 91, 97, 105, 113, 132. — [36] A. Still, El. World Bd 69, S 603. — El. Masch.-Bau 1917, S 355. — [37] El. World Bd 69, S 465. — ETZ 1917, S 538. — [38] K. Heinrich, ETZ 1917, S 534. — [39] Mitt. Ver. EW 1917, S 191. — ETZ 1917, S 399. — [40] T. Hirobe, W. Ogawa u. S. Kubo, Electr. (Ldn.) Bd 78, S 656. — [41] R. W. Sorensen, El. World Bd 70, S 564. — [42] M. Osnos, ETZ 1917, S 423. — [43] Th. Lehmann, ETZ 1917, S 570. — [44] M. Korndörfer, ETZ 1917, S 521. — [45] H. B. Dwight, El. World Bd 69, S 1148. — [46] Th. Carter, Electr. (Ldn.) Bd 78, S 466, 494, 630, 686.

Messungen an elektrischen Maschinen.

Von Generalsekretär Leo Schüler.

In Amerika ist ein eigenartiges Verfahren zur Prüfung der elektrischen Stromerzeuger in Wasserturbinenanlagen vorgeschlagen worden[1]). Man verbindet 2 Stromerzeuger so miteinander, daß der eine vom anderen als Synchronmotor getrieben wird, aber in umgekehrter Drehrichtung. Durch Zulassen von Wasser in die Turbine der als Motor laufenden Maschine kann man dann eine beliebige Belastung des Stromerzeugers erzielen; die etwa gewünschte Belastung mit wattlosem Strom wird gleichzeitig in bekannter Weise durch Untererregen des Synchronmotors herbeigeführt. Die angetriebene Turbine muß beim Anlauf ganz mit Wasser gefüllt sein.

M. Schleicher[2]) schlägt vor, die Schlüpfung von Asynchronmotoren dadurch zu messen, daß ein Zungen-Frequenzmesser durch eine auf der Motorwelle angebrachte stroboskopische Scheibe beobachtet wird. Die Schlüpfung ergibt sich dann durch Zählung der scheinbaren Schwingungen der Frequenzmesserzungen.

Eine Arbeit von Montzinger[3]) behandelt die Messung des Widerstandes von Transformatoren zur Ermittlung der Erwärmung. Es wird hierbei stets ein kleiner Fehler gemacht, weil zwischen der Beendigung der Dauerprobe und der Widerstandsmessung einige Minuten verstreichen. Der Verfasser schätzt die Abkühlung je nach Größe und Art des Transformators auf 0,5 bis 2° C in der Minute. Es wird eine Formel zur genaueren Berechnung entwickelt.

Bei Messungen an Quecksilberdampfgleichrichtern versagen z. T. die bei Maschinenmessungen üblichen Meßmethoden und Instrumente wegen der eigenartigen Kurvenform des gleichgerichteten Stromes. W. Tschudy[4]) hat im Anschluß an eine frühere Arbeit über Messungen an Wechselstrom-Gleichrichtern diese Verhältnisse auch für Drehstrom-Gleichrichter eingehend untersucht. Seine ausführliche Arbeit enthält auch eine wertvolle Zusammenstellung der wichtigsten elektrischen Größen an Gleichrichtern mit ihren deutschen und englischen Benennungen.

[1]) El. Masch.-Bau 1917, S 364 (nach Gen. El. Rev. Mai 1917). — [2]) Hilpert, ETZ 1917, S 587. — [3]) Montzinger, El. World Bd 60, S 807 (nach Proc. Am. Inst. El. Eng., April 1917). — [4]) Tschudy, ETZ 1912, S 1088; 1917, S 6, 23.

Betrieb elektrischer Maschinen.

Von Generalsekretär Leo Schüler.

Regelung.

Regelung der Spannung. Um in solchen Fällen, in denen der Regelbereich des Schnellreglers nicht ausreicht, also z. B. bei ausnahmsweise hoher Belastung oder bei zu niedriger oder zu hoher Drehzahl des Antriebmotors die normale Spannung der Maschine aufrecht zu halten, läßt Pfiffner[1]) durch ein besonderes, vom Erregerstrom durchflossenes Schütz einen Widerstand in den Erregerstromkreis schalten, wenn dieser einen ausnahmsweise niedrigen Wert annimmt, oder umgekehrt. Spannungsschwankungen werden hierbei vom Schnellregler verhindert.

H. Lorenz[2]) beschreibt die Wirkungsweise des dreiphasigen Spannungsteilers für Gleichstrom-Dreileitermaschinen. Es wird eine Formel zur Berechnung des Spannungsunterschiedes bei unsymmetrischer Belastung gegeben und Angaben über die Schaltung der Wicklungen und Wahl der Windungszahlen bei unsymmetrisch liegenden Schleifringanschlüssen gemacht.

Die Spannungsregelung an Einanker-Umformern behandelt R. G. Jakeman[3]). Er betrachtet zunächst die Vorschaltung einer Drosselspule auf der

Drehstromseite des Umformers; es wird untersucht, welcher Regelungsbereich bei verschiedenen Werten der vorgeschalteten Selbstinduktion erzielt werden kann und wie hierbei der Leistungsfaktor beeinflußt wird. Sodann wird die Regelungsmethode mit Drehstrom-Zusatzmaschine behandelt.

H. H. Reeves[4]) behandelt die Aufgabe, aus einem Wechselstromnetz von konstanter Spannung einen Strom zum Betrieb in Reihe geschalteter Glühlampen zu entnehmen, der unabhängig von der Lampenzahl konstant gehalten wird. Hierfür kommt in erster Linie der Thompsonsche Transformator mit beweglicher Sekundärspule zur Anwendung. Für kleinere Anlagen genügt aber auch eine feste Impedanz im Lampenstromkreis. Schaltungsarten und Diagramme hierfür werden angegeben.

Regelung der Geschwindigkeit. Eine Regelungsart, die hauptsächlich für Drehstrom-Walzwerkmotoren dienen soll, beschreibt J. D. Wright[5]). Es handelt sich um eine Abart der von Scherbius angegebenen Regelung, wobei die Schlupfarbeit des Läufers durch einen Umformer, der aus einem Kommutatormotor und einem Asynchron-Generator besteht, an das Netz zurückgegeben wird. Bei der vorliegenden Methode wird der Kommutatormotor durch eine besondere, mit ihm gekuppelte Drehstrom-Erregermaschine und diese wieder durch einen auf der Welle des Hauptmotors angebrachten Frequenzwandler erregt. Letzterer hat einen Läufer mit Kommutator und Schleifringen, der Ständer besitzt weder Pole noch Wicklung. Den Schleifringen wird Drehstrom vom Netz zugeführt, der Kommutator liefert Drehstrom von konstanter Spannung, dessen Frequenz jeweils gleich der Läuferfrequenz des Hauptmotors ist.

Wintermeyer[6]) behandelt die Bedeutung der Leonard-Schaltung für elektrische Kraftantriebe. Es wird das Wesen der Leonardschaltung und ihre neueren Verbesserungen beschrieben und dann ihre Anwendung auf den Antrieb von Walzwerken, Fördermaschinen, Hochofen-Schrägaufzügen, Waggonkippern und Kränen ausführlich behandelt.

Das DRP 295445 von Robert Bosch[7]) bezieht sich auf die Regelung der Geschwindigkeit von Stromerzeugern, die mit Verbrennungskraftmaschinen gekuppelt sind. Um bei starken Belastungsstößen, wie sie z. B. bei Erdbohrmaschinen vorkommen, wenn der Bohrer plötzlich auf Stein stößt, unzulässige Überlastungen einerseits und vollständigen Abfall der Spannung anderseits zu verhindern, erhält der Stromerzeuger eine kräftige Kompoundwicklung, und es wird ein Regler angebracht, der bei steigender Betriebsspannung die Brennstoffzufuhr zum Antriebsmotor abdrosselt. Bei Überlastung läuft dann der Antriebsmotor langsamer.

E. Adler[8]) gibt eine Zusammenstellung der zur Geschwindigkeitsregelung von Elektromotoren aller Art zur Verfügung stehenden Mittel und prüft die Zweckmäßigkeit ihrer Anwendung für die verschiedenen in der Praxis vorkommenden Aufgaben.

Betrieb.

H. Thoma[9]) weist darauf hin, daß der Stromverbrauch hochbelasteter Motoren bei einem im Netz auftretenden Spannungsabfall stark zunimmt; ist der Motor im Verhältnis zur Leistungsfähigkeit des Netzes groß, so wird hierdurch der Spannungsabfall weiter vermehrt, und es kommt leicht zum Stillstand der Motoren. Die Verhältnisse werden an Hand des Heyland-Diagrammes untersucht; Schnellregler bieten nicht immer Abhilfe, da der Spannungsabfall und seine Potenzierung durch die Rückwirkung der Motoren sich zu rasch abspielt. Auch selbsttätige Ausschalter mit Zeitauslösung in die verschiedenen Leitungsstränge einzubauen, führt nicht immer zum Ziel, da sie meist zu langsam auslösen, um gesunde Leitungsstränge noch zu schützen. Der Verfasser empfiehlt den Einbau von Überstromschaltern, deren Auslösezeit kürzer und feiner einstellbar ist als bei den jetzt gebräuchlichen Apparaten.

Ein- und Ausschalten. Eine Arbeit von Erich Jasse[10]) behandelt den Anlaßvorgang beim Gleichstrommotor. Es wird die Anlaßzeit und die erforderliche

Wärmekapazität des Anlaßwiderstandes für den Nebenschluß- und den Hauptstrommotor berechnet; ferner werden die beim Anlassen der beiden Motorarten auftretenden Energiemengen graphisch dargestellt und miteinander verglichen.

M. Osnos[11]) beschreibt ein neues Verfahren zum Synchronisieren von Synchronmaschinen. Dasselbe besteht darin, daß zwischen Netz und Maschine eine Drosselspule geschaltet wird, deren Reaktanz durch überlagerte Gleichstromerregung beliebig verringert und fast aufgehoben werden kann. Der erregende Gleichstrom wächst gleichzeitig mit der Erregung der Synchronmaschine, wodurch die Maschine selbsttätig in Synchronismus gebracht wird. Das Kurzschließen der Drosselspule kann dann ohne merklichen Stromstoß erfolgen. Es werden verschiedene Schaltungsarten beschrieben und über Versuche an einem 500-kW-Umformer berichtet; die hierfür nötige Drosselspule hatte nur die Größe eines 3-kVA-Transformators. An den Aufsatz schließt sich ein Meinungsaustausch[12]) zwischen dem Verfasser und E. Rosenberg, in dem letzterer die von ihm herrührende Synchronisierungsweise gegen gewisse Vorwürfe von Osnos in Schutz nimmt

Parallelbetrieb. Eine Arbeit von Liwschitz[13]) beschäftigt sich mit dem Verhalten von Synchronmaschinen, die nach der Danielsonschen Methode kompoundiert sind, im Parallelbetrieb. Insbesondere wird die Möglichkeit des Auftretens eines negativen Dämpfungsmoments, das zu freien Schwingungen Anlaß geben könnte, untersucht. Der Verfasser kommt zu dem Schluß, daß dies bei der kompoundierten Maschine ebenso wie bei der gewöhnlichen, nicht kompoundierten, möglich ist.

Den Phasenvergleich bei der Parallelschaltung von Wechselstrommaschinen behandelt Eivind Styff[14]). Er vergleicht die verschiedenen Vorrichtungen zur Erkennung der Phasengleichheit (Phasenlampen mit Hell- und Dunkelschaltung, Meßinstrumente in verschiedener Schaltung) in bezug auf ihre Empfindlichkeit und leitet eine Formel zu deren rechnerischer Bestimmung ab. Zum Schluß werden einige Verwendungsbeispiele gegeben. An die Arbeit schließt sich ein Meinungsaustausch des Verfassers mit Teichmüller[15]), worin dieser auf seine frühere Arbeit in der ETZ 1910, S. 265 hinweist, in der die Ausführungen von Styff schon teilweise vorweggenommen sind.

Fr. Kade[16]) behandelt den Einfluß der Schaltanlage auf das Parallelarbeiten von Transformatoren. Bei sehr hohen Stromstärken ist u. U. Widerstand und Reaktanz der Sammelschienen nicht mehr zu vernachlässigen, und ihr Einfluß beeinträchtigt die richtige Lastverteilung auf die parallelgeschalteten Transformatoren, selbst wenn diese gleiche Kurzschlußspannung besitzen.

L. Thompson und S. A. Stigant[17]) behandeln den Parallelbetrieb von Transformatoren. An Hand von Diagrammen werden Formeln entwickelt, die den Einfluß von Widerstand und Reaktanz auf die Lastverteilung angeben. Betriebsergebnisse werden beschrieben.

Derselbe Gegenstand wird von Rich. Hiecke[18]) behandelt. Der Autor geht besonders auf die Wirkung der zur Verbesserung von ungünstigen Parallelbetrieben häufig verwendeten Vorschaltwiderstände und Drosselspulen ein und gibt Diagramme zur Ermittlung der hierbei auftretenden Strom- und Leistungsverteilung.

[1]) Pfiffner, El. Masch.-Bau 1917, S 558. — [2]) Lorenz, El. Masch.-Bau 1917, S 90. — [3]) Jakeman, Electr. (Ldn.) Bd 80, S 191, 230. — [4]) Reeves, El. Masch.-Bau 1917, S 85 (nach Gen. El. Rev. 1917). — [5]) Wright, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 266. — [6]) Wintermeyer, Helios Fachz. 1917, S 289. — [7]) Helios Exportz. 1917, S 143. — [8]) Adler, El. Masch.-Bau 1917, S 173. — [9]) Thoma, ETZ 1917, S 17, 35. — [10]) Jasse, Arch. El. Bd 5, S 285. — [11]) M. Osnos, El. Masch.-Bau 1917, S 29. — [12]) Rosenberg u. Osnos, El. Masch.-Bau 1917, S 811. — [13]) Liwschitz, El. Masch.-Bau 1917, S 564. — [14]) Styff, ETZ 1917, S 461. — [15]) Teichmüller u. Styff, ETZ 1917, S 603. — [16]) Kade, ETZ 1917, S 493. — [17]) Thompson u. Stigant, Electr. (Ldn.) Bd 78, S 573. — [18]) Hiecke, El. Masch.-Bau 1917, S 597, 615.

Anlaßapparate, Belastungswiderstände und Widerstandsmaterial.

Von Oberingenieur Chr. Krämer.

Anlaßapparate. E. C. Gooch[1]) beschreibt zwei Schützensteuerungen für einen Drehstrom- und einen Gleichstrom-Fördermotor, bei welchen das Abschalten der Anlaßwiderstände zwar selbsttätig durch Schützen in Abhängigkeit vom Strom, jedoch nur bis zu der von der Meisterwalze eingestellten Stufe erfolgt.

Eine sehr ausführliche Abhandlung über die bei Hebezeugen verwendeten Steuerapparate ist in The Electrician (Ldn.)[2]) veröffentlicht. Sie enthält außer den gebräuchlichen Walzenschaltern ebenfalls die verschiedenen Arten der Schützensteuerungen für Gleichstrom, die entsprechend den Anforderungen des Kranbetriebes bei selbsttätiger Abschaltung der Widerstände sowohl ohne als auch mit Geschwindigkeitsüberwachung ausgeführt werden. Ferner sind zwei Flüssigkeits-Steuerapparate abgebildet, von denen der eine, von der Westinghouse Co. ausgeführte sich sehr eng an das Vorbild der AEG anlehnt, das auf Zeche Preußen verwendet wurde. Der andere Steuerapparat, dessen Konstruktion von F. Bärlocher stammt, enthält dagegen bemerkenswerte Einzelheiten. Bei ihm wird ein energischer Umlauf der Flüssigkeit dadurch hervorgerufen, daß sich die Elektroden innerhalb von ganz in den Flüssigkeitsbehälter eintauchenden Tonrohren bewegen. Die Gegenelektroden befinden sich am Boden des Hauptgefäßes als Verschluß von isolierenden Rohransätzen. Die beweglichen Elektroden sind durch eine Kette mit einem Schwimmer in einem getrennten Behälter verbunden, dessen Bewegung durch eine Pumpe geregelt wird.

K. Trott[3]) beschreibt ebenfalls selbsttätige Umkehranlasser sowohl für Aufzüge als auch für umsteuerbare Werkzeugmaschinen. Sehr eingehend wird die Hobelmaschinensteuerung und der dazu gehörende selbsttätige Umkehranlasser der AEG beschrieben, bei welchem die Umschaltung des Ankers durch eine mechanisch gesteuerte Schaltwalze, die Abschaltung der Anlaßstufen aber selbsttätig durch Einzelschalter erfolgt, die durch eine Nockenwalze betätigt werden. Der von den SSW gebaute Wendeselbstanlasser für Aufzüge ist diesem sehr ähnlich. Die Firma Klöckner verwendet bei einer Drehstromsteuerung für das Abschalten der Widerstände eine durch einen Magnet bewegte Steuerwalze.

Ein Aufsatz von H. F. Stratton[4]) zeigt, daß man in Amerika auch dem selbsttätigen Anlassen großer Asynchronmotoren mit Kurzschlußankern nähertritt, indem die Anlaßtransformatorenschalter ebenfalls mit Hilfe von Magneten bewegt werden.

Von kleineren Mitteilungen ist zu erwähnen, daß P. H. Jackson[5]) den Nachweis zu führen sucht, daß es falsch sei, bei Walzenschaltern die Kontakte der Anlaßstufen schmaler zu wählen als die Endkontakte, eine Ansicht, die aber nur bedingt richtig ist, besonders wenn lange Arbeitszeiten seltenem Anlassen und Regulieren gegenüberstehen. F. Dubruiel[6]) beschreibt den sehr schnellen Bau eines Flüssigkeits-Steuerapparates mit den einfachsten Hilfsmitteln beim Versagen der Schützensteuerung eines Drehstromfördermotors. Die Ausführung war ähnlich dem AEG-Steuerapparat mit festen Elektroden und Flüssigkeitsförderung durch eine Hilfspumpe.

K. Hoerner[7]) veröffentlicht seine Untersuchungen über das Verhalten des Unterbrechungsfunkens an einem Walzenschalter der Firma Klöckner, die jedoch nicht vollständig abgeschlossen wurden. Als Erwiderung darauf verweist E. Philippi[8]) auf seine älteren, viel allgemeiner gehaltenen Untersuchungen über das Verhalten des Unterbrechungsfunkens im magnetischen Felde.

Anlaßvorrichtungen für Einankerumformer werden von der British Thomson Houston Co.[9]) gebaut. Bei einer Anlage befindet sich der Anlaßschalter,

der mit den Anlaßstufen des im Keller befindlichen Transformators verbunden ist, in der Nähe der Schleifringe. Bei der anderen Anlage wird der Umformer mittelst Anwurfmotors angelassen. Die dazu erforderlichen Schalter sind untereinander derart verriegelt, daß falsches Schalten unmöglich ist.

In vielen Fällen muß ein mit einer Dynamo gekuppelter Gasmotor aus einer schwachen Batterie oder aus dem Netz angelassen werden. Gute Anlaufverhältnisse mit geringem Stromverbrauch erzielte K. B. M'Eachron[10]), indem er die Nebenschlußwicklung unterteilte und zum Anlauf die einzelnen Spulen parallel und in Reihe mit dem Anker schaltete, so daß dieser ohne Anlaßwiderstände als Reihenschlußmotor anzog.

Von der zunehmenden Beliebtheit der zusammengebauten und ganz geschlossenen Motorschaltkästen zeugen verschiedene kleine Mitteilungen, so von G. Ellison[11]), der British Thomson Houston Co.[12]) und Voigt & Häffner[13]).

Berechnungen der Anlaßwiderstände und Anlaufverhältnisse. Saint-Germain[14]) dehnt in einer Arbeit die Untersuchungen, welche er im Anschluß an eine frühere Arbeit machte, in der er eine graphische und algebraische Methode zur Berechnung der in den Anlaßwiderständen vernichteten Energie abhängig von Drehmoment, Belastung und den zu beschleunigenden Massen angab, nunmehr auch auf die Anlaßdauer bei Nebenschluß- und Asynchronmotoren aus, und führt mehrere Fälle rechnerisch durch.

Ebenfalls die Anlaßverhältnisse behandelt ein mathematischer, durch Kurven erläuterter Aufsatz von K. L. Hanson[15]) für Nebenschluß-, Reihen- und Verbundmotoren.

A. Normier[16]) machte Versuche über das Verhältnis des Anlaufstromes bei normalem Drehmoment zum Vollaststrom bei einem 6 pol. Kurzschlußmotor von 15 kW, je nach der Art des Anlassens. Das Verhältnis war bei unsymmetrisch auf die Phasen verteilten Widerständen 473:100, bei symmetrisch verteilten 380:100, bei Verwendung eines Anlaßtransformators 260:100.

Widerstandsmaterial. Hierüber liegt eine interessante Abhandlung von S. W. Vinal[17]) über das eigentümliche Verhalten von Schwefelsilber vor. Als Draht gezogen, zeigt es sich als Metall von hohem Widerstand und praktisch ohne Temperaturkoeffizient. Als Band dagegen bei Raumtemperatur ausgewalzt, verhält es sich wie ein Leiter zweiter Klasse mit stark abnehmendem Widerstand bei steigendem Strom. Die Verbindung scheint nicht so stabil zu sein wie die Sulfide von Kupfer, Blei oder Quecksilber. Sein Schmelzpunkt liegt bei 825° C, sein spezifischer Widerstand ist 173 bei 25°, gleich dem 10000fachen des Kupfers.

[1]) E. C. Gooch, Electr. (Ldn.) Bd. 79, S 886. — [2]) Electr. (Ldn.) Bd 80, S 500. — [3]) K. Trott, Helios Fachz. 1917, S 363. — [4]) H. F. Stratton, Rev. Gén. de l'El. 1917, S 951. — [5]) P. H. Jackson, El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 285. — [6]) F. Dubruiel, El. World Bd 70, S 64. — [7]) K. Hoerner, ETZ 1917, S 247. — [8]) E. Philippi u. Hoerner, ETZ 1917, S 352. — [9]) ETZ 1917, S 359. — [10]) K. B. M'Eachron, Rev. Gén. d. l'El. 1918, S 112 (nach El. World). — [11]) Ellison, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 939. — [12]) British Thomson-Houston Co., El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 432. — [13]) J. Sachs, ETZ. 1917, S 235. — [14]) Saint-Germain, Rev. Gén. d. l'El. Bd 2, S 3. — [15]) K. L. Hanson, Proc. Am. Inst. El. Eng. 1917, S 255. — [16]) A. Normier, Ind. El. Bd 26, S 165. — [17]) S. W. Vinal, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 976.

III. Verteilung und Leitung.

Verteilungssysteme und deren Regelung. Berechnung der Netze und der Leitungen, elektrische und mechanische Messungen an Leitungen. Von Oberingenieur Dr. Paul Cohn, Berlin. — Beschaffenheit und Herstellung der Leitungsdrähte und Kabel; Isolierstoffe. Von Dr. Richard Apt, Berlin. — Ausführung der Leitungen, Stromsicherungen, Installationsmaterial, Schaltanlagen und Schalter. Von Oberingenieur Karl Hansen Bay, Berlin. — Überspannung, Störungen, Gefahren, Spannungssicherungen, Korona. Von Prof. Dr. Ing. W. Petersen, Darmstadt.

Verteilungssysteme und deren Regelung, Berechnung der Netze und der Leitungen, elektrische und mechanische Messungen an Leitungen.

Von Oberingenieur Dr. Paul Cohn.

Berechnung der Leitungen. Bryn[1]) gibt im Anschluß an einen im Vorjahre erwähnten Aufsatz Kurven, aus denen sich für die bei den verschiedenen Spannungen gebräuchlichen Leiterabstände und -Querschnitte und für Werte des Leistungsfaktors von 1 bis 0,6 der Spannungsabfall in Drehstromfreileitungen aus Kupfer und Aluminium direkt ablesen läßt. Für den Spannungsabfall in Kupferleitungen gibt G. N. Wright[2]) eine graphische Darstellung ähnlicher Art. Für den gleichen Zweck gibt Burger[3]) Tafeln der Werte, die in die Formel für den Spannungsabfall eingehen. Nach den in einem Nachtrag[3]) gegebenen Regeln läßt sich der Energieverlust gleichfalls einfach ermitteln. In einer Untersuchung über die Spannungsschwankungen im Einphasen-Wechselstrom-Dreileitersystem weist Teichmüller[4]) nach, daß bei nichtsymmetrischer Anordnung der drei Leitungen und $\cos \varphi < 1$ der Spannungsabfall wesentlich von dem nach dem üblichen Verfahren berechneten abweicht; letzteres ergibt zu große Werte des Spannungsabfalls. Den Spannungsverlust in Drehstromkabeln verschiedener Querschnitte hat Peucker[5]) in einem 10000-V-Kabelnetz gemessen und dabei Abweichungen von den nach der üblichen Näherungsformel, die Selbstinduktion und Kapazität der Kabel vernachlässigt, berechneten Werten gefunden; die Abweichungen nehmen mit wachsendem Querschnitt rasch zu, bei $3 \times 150\,mm^2$ übersteigen die gemessenen Werte die berechneten um 40%. Die nach dem genauen Verfahren von Rößler berechneten Werte stimmen mit den gemessenen annähernd überein. Nach diesen Messungen ist bei größeren Querschnitten auch bei mäßigen Längen die Selbstinduktivität und Kapazität der Leitungen nicht zu vernachlässigen.

Ausgehend von den in den Sicherheitsvorschriften des VDE festgelegten Strombelastungen runder Kupferleiter behandelt Hoppe[6]) die Belastungsfähigkeit runder, rechteckiger, quadratischer und röhrenförmiger Schienen aus verschiedenen Metallen, bei Eisen unter Berücksichtigung der Hautwirkung und weist zahlenmäßig die bei dünnen rechteckigen Schienen und dünnwandigen Röhren möglichen Ersparnisse nach. Niethammer[7]) untersucht die zusätzliche Widerstandszunahme durch Stromverdrängung in wechselstromdurchflossenen Leitern bei großen Stromstärken und Querschnitten, wie sie namentlich bei den Zuleitungen zu elektrometallurgischen Öfen vorkommen, für verschiedene Querschnittsformen und Leiteranordnungen und für verschiedene Arten ihrer Unterteilung. Die Verhältnisse sind nur zum Teil einer genauen Rechnung zugänglich, bei Eisenleitern erschwert die Veränderlichkeit der Permeabilität mit der Stromdichte noch die Untersuchung. Trotzdem lassen sich auch für Eisenleiter Regeln über die zweckmäßige Form, Anordnung und Unterteilung der Leiter geben.

Eine Besprechung der Nowakschen Maschine zum Berechnen elektrischer Leitungsnetze und ihrer durch neuere Patente, insbesondere DRP 252610, er-

zielten Vereinfachung findet sich in El. Masch.-Bau[8]). Marvin[9]) gibt Formeln für die Kapazität und die Ladeströme von Drehstromfreileitungen mit und ohne Erdseil, im normalen Betriebe und bei Erdschluß einer Leitung. Die an einer ausgeführten Leitung gemessenen Werte des Erdschlußstromes sind bis zu 25% größer als die berechneten, teils infolge der bei der Rechnung nicht berücksichtigten Kapazität der Isolatoren und Transformatoren, hauptsächlich aber infolge des Vorhandenseins höherer Harmonischer in der Spannungswelle. Fischer-Hinnen[10]) behandelt die Induktivität und Kapazität von Leitungen, entwickelt die allgemeinen Formeln für diese Größen bei mehreren nebeneinander befindlichen Ein- und Mehrphasenleitungen und leitet daraus die Werte für die in der Praxis üblichen Freileitungsanordnungen ab. Auch die Induktivität bei Einphasenbahnen mit Schienenrückleitung, bei parallelen Schienen für hohe Stromstärken und die Induktion auf Schwachstromleitungen wird behandelt.

Die Koronaverluste in ihrer Abhängigkeit von den Übertragungsdaten und von den atmosphärischen Verhältnissen stellt Hoppe[11]) auf Grund der Peekschen Formeln graphisch dar und führt die Bestimmung der Jahresverluste an einem Beispiel unter Benutzung vorliegender meteorologischer Beobachtungen durch; er kommt dadurch zu einer empirischen Formel für diese Jahresverluste.

Daß in Ausnahmefällen an Freileitungen Eisbelastungen auftreten, die über die den Freileitungsnormalien des VDE zugrunde gelegten hinausgehen, beweisen Beobachtungen an Schwachstromleitungen, die gelegentlich eines Schneefalls im Dezember 1916 in Freiburg (Breisgau) gemacht wurden[12]). Auch in der Schweiz liegen ähnliche Beobachtungen vor; Pillonel[13]) berücksichtigt sie bei eingehenden Untersuchungen über die Bestimmung der Spannweite von Schwachstrom-Freileitungen. Im Anschluß daran begründet und fordert er wesentliche Abänderungen der Schweizerischen Bestimmungen über den Bau von Fernsprechleitungen; zum Vergleich werden dabei auch die Verhältnisse bei Starkstromleitungen und die deutschen VDE-Normalien für diese in Betracht gezogen. — Bei Abspannung mit Kettenisolatoren beeinflußt das Gewicht der Ketten wesentlich den Durchhang; sie haben das Bestreben, Beanspruchung und Durchhang im Spannfelde möglichst gleichbleibend zu erhalten. Krzyzanowski[14]) untersucht diese Verhältnisse und gibt Anwendungsbeispiele für Post- und Bahnkreuzungen, bei denen sie wegen der meist kurzen Spannfelder von besonderer Bedeutung sind.

Erdung in Leitungsnetzen. Messungen des Widerstandes von Erdungen haben Birks und Webb[15]) an einer 66-kV-Übertragung in Neu-Seeland angestellt. Besser als Erdplatten sind Rohrerdungen, bestehend aus einer Anzahl parallelgeschalteter Rohre, die einen gegenseitigen Abstand von mindestens 2 m haben müssen. Sehr günstig auf die Verringerung des Widerstandes wirkt das Salzen der Rohre. Rechnerisch behandelt Zipp[16]) die gleiche Frage; danach ergibt eine Oberflächenerdung, bestehend aus etwa 50 m flach in der Erde verlegtem Eisenband, wesentlich niedrigere Widerstandswerte als Erdplatten oder Erdrohre, auch wenn mehrere solcher parallel geschaltet werden. Die Berührungsgefahr stromdurchflossener Erdungen läßt sich bei ausgedehnten Hochspannungsnetzen mit hohem Erdungsstrom nur durch ein Erdseil beseitigen; ist letzteres aus Kupfer, so genügen gute Erdungen desselben mit wenigen Ohm Widerstand in Abständen von je 10 km.

Fehlerbestimmung in Kabelnetzen. Für diesen Zweck scheint in Amerika ein Induktionsverfahren viel Anwendung zu finden, bei dem ein Wechselstrom hoher Frequenz in das fehlerhafte Kabel geschickt wird. Blake[17]) beschreibt eine derartige leicht transportable Einrichtung; in einem Fernsprechhörer, der mit einer an dem verlegten Kabel entlang geführten Spule verbunden ist, ruft der Wechselstrom einen Ton hervor, der an der Fehlerstelle verschwindet. Stubbings[18]) bespricht die Anwendbarkeit teilweise bekannter Meßverfahren zur Bestimmung des Gesamt- und des Einzel-Isolationswiderstandes der Leitungen

eines Gleichstrom-Dreileiternetzes mit isoliertem Nulleiter, die sich bei Leitungen in Betrieb durchführen lassen.

Schutzvorrichtungen in Leitungsnetzen. Torchio[19]) gibt kurze Regeln über den zweckmäßigen Einbau verschiedener Arten von Schutzrelais an verschiedenen Punkten eines Hochspannungsnetzes; auf Grund langjähriger Betriebserfahrungen bei dem 25-kV-Kabelnetz der New York Edison Co. empfiehlt er neben den üblichen von der Zeit abhängigen Höchststrom- und Rückstromrelais den Einbau von Relais, die schon bei schwachem Erdschluß ansprechen, bevor er sich zu einem Kurzschluß ausgebildet hat. Eine Beschreibung des Hochspannungs-Kabelnetzes der Commonwealth Edison Co. in Chicago und seiner Schutzvorrichtungen gibt Schuchardt[20]); bemerkenswert ist die Angabe, daß eine Zunahme der Auslösezeit mehrerer hintereinander geschalteter Relais um nur je 0,3 s noch praktisch zulässig sein soll, und daß man auch im Kraftwerk selbst nicht über eine Auslösezeit von 2 s hinausgehen soll.

Verschiedenes. Roth[21]) vergleicht die Transformatorenverluste in großen landwirtschaftlichen Überlandzentralen bei nur einer Verteilungsspannung von 20 bis 30 kV mit denen bei doppelter Transformierung (Hauptspannung 30 bis 50 kV, Mittelspannung 6 bis 15 kV). In letzterem Falle haben die Ortstransformatoren kleinere Verluste, die hinzukommenden Verluste der Haupttransformatoren sind gering, da ihre Gesamtleistung wesentlich kleiner sein kann als die der Ortstransformatoren und sie nicht dauernd eingeschaltet zu sein brauchen. Infolgedessen können die Verluste bei doppelter Transformierung geringer ausfallen als bei einfacher. — Reyneau[22]) leitet für verschiedene Normalquerschnitte und verschiedene Belastungsdichten diejenigen Entfernungen der einzelnen Transformatorstationen eines Ortsnetzes ab, bei denen ein Spannungsabfall von 3% nicht überschritten wird, und gibt die ermittelten Werte in einer Kurventafel wieder.

Über die englische Praxis des Baues von Hochspannungsfreileitungen, besonders über die an Stütz- und Hängeisolatoren zu stellenden Anforderungen unterrichtet ein Vortrag von Twiss[23]).

Gray[24]) beschreibt eine künstliche, aus Induktionsspulen und Kondensatoren zusammengebaute Leitung, die dem mit 40 kV betriebenen Hochspannungsnetz der Telluride Power Co. vollkommen nachgebildet ist und mit 1 kV betrieben werden kann. Eine Anzahl der mit dieser Spannung an verschiedenen Punkten der künstlichen Leitung angestellten Messungen und oszillographischen Aufnahmen bei normalen Betriebsverhältnissen und bei Erd- und Kurzschlüssen wird wiedergegeben. Die Aufnahmen zeigen u. a., daß bei Erd- und zweiphasigen Kurzschlüssen die Stromrichtung sich nicht immer so weit umkehrt, daß Rückstromrelais mit Sicherheit das fehlerhafte Leitungsstück abschalten.

[1]) Th. Bryn, ETZ 1917, S 311. — [2]) G. N. Wright, Engineering Bd 104, S 491. — [3]) Burger, ETZ 1917, S 4, 335. — [4]) J. Teichmüller, ETZ 1917, S 533, 544, 555. — [5]) A. Peucker, Mitt. Ver. EW 1917, S 293. — [6]) Fr. Hoppe, El. Kraftbetr. 1917, S 205, 217. — [7]) F. Niethammer, El. Masch.-Bau 1917, S 17, 32, 44. — [8]) El. Masch.-Bau 1917, S 25. — [9]) R. H. Marvin, El. World Bd 70, S 249, 298. — [10]) J. Fischer-Hinnen, Bull. Schweiz. EV 1917, S 333. — [11]) F. Hoppe, El. Masch.-Bau 1917, S 297, 312. — [12]) ETZ 1917, S 509. — [13]) A. Pillonel, ETZ 1917, S 497. — Bull. Schweiz. EV 1917, S 73. — [14]) R. Krzyzanowski, El. Masch.-Bau 1917, S 489, 505, 604, 608. — [15]) L. Birks u. E. Webb, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 343. — [16]) H. Zipp, Mitt. Ver. EW 1917, S 339, 361. — [17]) H. E. Blake, El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 661. — [18]) G. W. Stubbings, El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 620. — [19]) P. Torchio, Proc. Am. Inst. El. Eng. 1917, S 321. — [20]) R. T. Schuchardt, Proc. Am. Inst. El. Eng. 1917, S 337. — [21]) Roth, ETZ 1917, S 501. — [22]) P. O. Reyneau, El. World Bd 69, S 1158. — [23]) G. V. Twiss, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 154, 178, 232, 272. — El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 508, 556, 585. — [24]) G. H. Gray, Proc. Am. Inst. El. Eng. 1917, S 713.

Leitungsdrähte, Kabel, Isolierstoffe.

Von Dr. Richard Apt.

Freileitungen. Über die Verwendbarkeit der als Ersatz für Kupfer in Betracht kommenden Leitungsmetalle Eisen, Zink und Aluminium, wurde auch in diesem Jahr vielfach berichtet. Henney[1]) gibt einen eingehenden Bericht über Bau und Betriebserfahrungen mit Freileitungen aus Aluminium, stellt Vergleiche mit Kupferleitungen an, berichtet über Festigkeitsuntersuchungen und weist auf den volkswirtschaftlichen Wert der Aluminiumerzeugung im Inlande hin. Er gelangt zu dem Ergebnis, daß für die Freileitung Aluminium in jeder Beziehung als vollwertiger Ersatz für Kupfer angesehen werden kann, ja unter Umständen der Kupferleitung überlegen sei. — Richter[2]) untersucht sehr eingehend den Einfluß vorangegangener Erwärmung auf Biegungsarbeit, Biegungszahl und Zerreißfestigkeit von Zink- und Aluminiumdrähten. Besonders für Aluminiumdrähte ermittelt der Verfasser einen gewissen vorteilhaften Einfluß vorangegangener Erwärmung. Die Wirkung bestand darin, daß die Biegungszahl etwa dreimal so hoch wurde als bei einem nicht vorerwärmten Draht. Als günstigste Temperatur wurde 500° C festgestellt. Umgekehrt setzt bei Zinkdrähten die Erwärmung die Biegungszahl auf etwa ⅓ herab.

Eine kombinierte Aluminiumeisenleitung in besonderer Bauart ist von Fischinger[3]) angegeben worden. Um eine getränkte Papierschnur ist ein verzinktes Eisenband spiralförmig mit Rechtsdrall gewickelt. Darüber liegen mit Linksdrall sechs verzinkte Eisendrähte, hierüber 12 Aluminiumdrähte mit Rechtsdrall und großer Steigung. Durch diese Anordnung ist eine federnde Konstruktion erreicht, so daß bei Änderung der Temperatur und Zugkraft keine unzulässig hohen Beanspruchungen auf das Aluminiumseil ausgeübt werden.

Eine lediglich aus Eisendrähten bestehende Hochspannungsfernkraftleitung[4]) ist in Amerika zwischen den Städten Dodge City und Bucklin (Kansas) verlegt worden. Die Leitung besteht aus verzinkten Eisendrähten von je 4 mm. Die Spannweite ist 90 m, die Phasenspannung 22 kV bei einer gesamten zu übertragenden Leistung von 75 kW.

Ein vom Institute of Metals[5]) herausgegebener Bericht enthält ausführliche Angaben über die Eigenschaften von Aluminiumlegierungen und anderen Leichtmetallen, ihren Widerstand gegen Wasser, sowie die Ursache von Korrosionserscheinungen.

Kabel. Nach einer neuartigen Methode von Pahl[6]) (USP 1060783) sind Hochspannungskabel unter Wasser durch das Goldene Tor bei San Franzisko verlegt worden. Es handelte sich um zwei Dreifachkabel für 11 kV Betriebsspannung bei einer Länge von 4,1 km. Die Methode beruht in der Verwendung einer besonderen Hilfstrosse, mit der das Kabel während der Verlegung verbunden wird. Die Verbindungsstellen wurden nicht in der normalen Weise durch Kabelmuffen hergestellt, sondern es wurden Spleißstellen gebildet, bei denen die Kupferadern verschweißt und die Stahldrähte der Armierung miteinander zusammengeschlagen wurden. Erwärmungsversuche ergaben, daß der Querschnitt 125 mm² bei 350 A eine Temperaturerhöhung von 50° C annahm. — Lange[7]) berichtet über neue Ergebnisse bei der Prüfung von Systemkabeln auf Grund von Versuchen im Telegraphenversuchsamt. Es zeigte sich, daß es wichtig ist, mit Faserstoffen isolierte Leiter, deren Isolierhülle einem Durchfeuchtungsprozeß unterliegt, nicht mit Gleichstrom, sondern mit Wechselströmen auf Isolation, Kapazität usw. zu prüfen. Auf diese Weise wurden Systemkabel verschiedener Konstruktion untersucht, wobei sich ergab, daß eine gute Tränkung mit Bienenwachs den besten Schutz gegen das Eindringen der Feuchtigkeit gewährt, und daß es zweckmäßig ist, mit Rücksicht auf Kapazität und Ableitung den Leiterdurchmesser etwa in der Größenordnung von 0,6 mm zu wählen. Auch in England scheinen Versuche mit Ersatzmaterialien angestellt zu werden. Ellerd-Styles[8]) berichtet über praktische Erfahrungen mit Kabeln, die eine Isolation

aus »Tough Rubber Compound« haben. Offenbar ist unter diesem Material ein bitumenartiger Stoff zu verstehen im Gegensatz zu vulkanisiertem Kautschuk. Das Material soll sich auch für unterirdische Verlegung gut bewährt haben.

Isolierstoffe. Im Anschluß an die auf Veranlassung des Elektrotechnischen Vereins ausgeführten Erwärmungsversuche an baumwollisolierten Drähten ist weiter angeregt worden[9]), diese Versuche auch auf imprägnierte Baumwolle auszudehnen, da die Eigenschaften der Isolierlacke voraussichtlich das Verhalten der Baumwolle bei Erwärmung beeinflussen. Eingehende Untersuchungen über die Anforderungen, die von den zur Isolation dienenden Lacken erfüllt werden müssen, hat Bottler[10]) angestellt. Im besonderen wurden auch Kunstlacke untersucht, die aus öllöslichen Formaldehyd-Phenolverbindungen hergestellt werden. Die Phys.-Techn. Reichsanstalt untersuchte Hartgummiersatzstoffe[11]) und hat eine Reihe von Materialien, die in ihren Eigenschaften dem Hartgummi im Durchschnitt gleichkommen, ermittelt. Der über die Untersuchungen erstattete Bericht ist als vertraulich bezeichnet, wird aber, wenn die erforderlichen Voraussetzungen zutreffen, von der Reichsanstalt zur Verfügung gestellt. Eine Zusammenstellung über die in der Elektrotechnik verwendeten Isoliermaterialien gibt Bültemann[12]).

[1]) H. Henney, ETZ. 1917, S 241. — [2]) R. Richter, ETZ 1917, S 293. — [3]) Fischinger, ETZ 1917, S 568. — [4]) ETZ 1917, S 419. — [5]) E. Cumberland, ETZ 1917, S 182. — [6]) Pahl, USP 1060783. — ETZ 1917, S 271. — [7]) F. Lange, ETZ 1917, S 441. — [8]) Ellerd-Styles, El. Rev. (Ldn.) Bd 81, S 291. — [9]) ETZ 1917, S 56. — [10]) M. Bottler, ETZ 1917, S 149. — [11]) ETZ 1917, S 456. — [12]) Bültemann, Helios Fachz. 1917, S 337, 345.

Ausführung der Leitungen, Stromsicherungen, Installationsmaterial, Schaltanlagen und Schalter.

Von Oberingenieur Karl Hansen Bay.

Ausführung der Leitungen. Der Bau von Fernleitungen für Spannungen bis 100 kV hat im verflossenen Jahre weitere Fortschritte gemacht, nachdem die bisher mit dieser Spannung betriebenen Leitungen sich als betriebssicher erwiesen haben. Als Leitungsmaterial ist fast ausschließlich Rein-Aluminium oder Aluminium mit Stahlseele verwendet worden. Die Frage, ob diese oder jene Ausführung verwendet werden soll, behandelt Schmidt[1]). Er beschreibt ausführlich ein solches Verbundseil und eine 15-kV-Leitung, die mit Hängeisolatoren ausgerüstet ist. Die Gründe für die Wahl dieser Isolatoren dürften zutreffen, insbesondere ist die Betriebssicherheit höher als bei Stützisolatoren, jedoch dürfte erst nach etwa fünfjährigem Betrieb ein abschließendes Urteil über diese Isolatorenform gefällt werden können. — Betriebserfahrungen mit Aluminiumleitungen werden von Henney[2]) mitgeteilt. Die Seile wurden bei der Montage vorübergehend bis zur höchsten Belastung gespannt und dann erst mit der der Verlegungstemperatur entsprechenden Belastung festgemacht. Es dürfte sogar empfehlenswert sein, die Leitungen vorübergehend bis etwa 10 kg/mm² zu spannen, um ein Recken nach der Montage zu verhindern, welches u. U. ein Nachspannen der Leitungen erforderlich machen würde. Vgl. S. 50.

Loebner[3]) gibt eine Zusammenstellung von Leitungsverbindungen und Leitungsverbindern. — Auf ein Rundschreiben über Betriebsstörungen durch Vögel sind verschiedene Antworten eingegangen, aus denenAuszüge mitgeteilt werden[4]). Hiernach treten die Störungen nur auf, wenn die Netze größere Ausdehnungen erreichen und Erdungslichtbogen nicht von selbst erlöschen. Neuerdings werden auch gute Erfahrungen mit dem Einbau von abgestimmten, zwischen dem Nullpunkt eines Transformators und Erde eingebauten Drosselspulen gemacht. Der Strom im Erdungslichtbogen wird durch den Strom der Drossel-

spule ausgeglichen, so daß der Lichtbogen sofort erlischt. — Einen Vorschlag für einen einfachen Vogelschutz unter Verwendung eines dünnen Schutzdrahtes, welcher verhindern soll, daß Vögel sich auf die Querträger setzen, macht Heinrich[5]).

Über submarine Kabelverlegung werden von Grempe[6]) ausführliche Mitteilungen gemacht.

Isolatoren. Der gegenwärtige Stand der Isolatorenfrage in Amerika wird von Peaslee[7]) beleuchtet. Die Erfahrungen mit Isolatoren, die nach den besten Kenntnissen gebaut waren, seien nicht zufriedenstellend. Zwei bis drei Jahre nach der Prüfung wurden 10 bis 40% der Isolatoren schadhaft, gleich, ob sie im Gebrauch gewesen waren oder nicht, scheinbar ohne festzustellende Ursache. Man fand neue und gute Methoden, um rechtzeitig schadhafte Isolatoren zu finden, bevor sie Betriebsstörungen verursachten. Die Untersuchungen ergaben als vorherrschende Störungsursachen: 1. Mechanische Spannungen infolge ungleicher Ausdehnung von Metall, Zement und Porzellan, 2. El. Überanstrengung durch schlechte Konstruktion, 3. El. Überanstrengung durch die ungleichen el. Eigenschaften der einzelnen Bestandteile des Porzellans, 4. Mechanische Spannung durch die ungleiche Ausdehnung der Bestandteile des Porzellans. Der Zement schadhaft gewordener Isolatoren konnte mehr als 12% Wasser aufnehmen; einige Isolatoren, die bis 46% Wasser aufnahmen, wurden schnell schadhaft. Wenn Zement so hygroskopisch ist, dehnt er sich aus und zieht sich bei Temperatur- und Feuchtigkeitswechsel verhältnismäßig stark zusammen. Man sucht deshalb nach einem geeigneten Verfahren, um den Zement unhygroskopisch zu machen. Schließlich wird noch vorgeschlagen, die Isolatoren aus Quarz herzustellen.

Wie Woodbridge, Ryan und Clark[8]) berichten, haben verschiedene Elektrizitätsgesellschaften in Amerika sorgfältige Laboratoriumsmessungen an Hängeisolatoren vorgenommen, um die Ursachen der Störungen, die mit dem Alter auftreten, zu ermitteln. Es wurde angenommen, daß Porosität des Porzellans die Ursache sei. Es wurden deshalb Isolationsmessungen mit 25 kV Gleichstrom ausgeführt. Unterschiede in der Porosität waren vorhanden. Isolatoren, deren Isolationswiderstände durch Erhitzen auf 150° von 10^3 auf 10^6 Megohm zunahmen, konnten zur Aufnahme von Feuchtigkeit gezwungen werden. Der Zweck der Versuche, brauchbare Abnahmebedingungen für Isolatoren zu gewinnen, scheint nicht erreicht zu sein. — Brundige[9]) teilt nicht die Auffassung, daß die Ursache des häufigen Schadhaftwerdens der Hängeisolatoren in Porosität des Porzellans zu suchen sei. Die verhältnismäßig guten Resultate mit Stützisolatoren und Hewlett-Isolatoren, die doch nicht aus besserem Porzellan hergestellt sind, sprechen dagegen. Die Isolatoren der Ketten, die der höchsten Spannung ausgesetzt sind, werden auch nicht häufiger schadhaft als die anderen. Er nimmt lediglich an, daß die stärkere Ausdehnung der Kappe Spannungen im Porzellan hervorrufe, daß auch die Ausdehnung von Zement nach Aufnahme von Feuchtigkeit die Ursache der Schäden sind.

Benischke[10]) behandelt die Frage der Freileitungsisolatoren in der Entwicklung der Hochspannungstechnik. Er ist entgegen der jetzigen Praxis der Ansicht, daß man später von der Verwendung von Hängeisolatoren abgehen wird, wenn die Herstellung großer Stützisolatoren aus mehreren Teilen weitere Fortschritte gemacht hat. Allerdings sind auch in Deutschland in einigen Anlagen schlechte Erfahrungen mit Hängeisolatoren gemacht worden. Die Fehler, die aber nicht elektrischer Natur waren, sind erkannt und dürften bei den neueren Ausführungen vermieden worden sein. Mehrere Anlagen arbeiten wiederum seit einigen Jahren vollständig zufriedenstellend. Jedenfalls wird man kaum Stützisolatoren für 80 bis 100 kV im größeren Umfange verwenden, bevor nicht deren einwandfreies Arbeiten durch einen mindestens vierjährigen Betrieb nachgewiesen ist. — Nissley[11]) berichtet über Betriebsergebnisse mit einer neuen Form von Hängeisolatoren. Diese bestehen aus einem rohrförmigen Kern aus Mikarta, auf dem gläserne Formstücke unter Zwischenlage von Asbest-

scheiben aufgereiht sind. An den Enden sind Gußstücke angebracht, die oben eine Aufhängeöse, unten eine Befestigungsöse für die Leitung bilden. Das Rohr wird allein mechanisch beansprucht. Leider fehlen diesbezügliche Angaben über die Festigkeit des Rohres und seine Befestigung, sowie über die entsprechende Konstruktion der Abspannisolatoren.

Zwei Referate[12]) behandeln die Prüfmethode für Hochspannungsisolatoren, wie sie von Creighton angegeben worden ist. Die Schaltung des sog. „Oszillators" und die Resultate aus den Versuchen werden angeführt. Es soll möglich sein, jeden Isolator mit dem Oszillator in Luft durchzuschlagen. Es konnte nicht festgestellt werden, wie hoch gutes Porzellan beansprucht werden darf.

Über die Prüfung schadhafter Isolatoren auf der Strecke werden nach amerikanischen Quellen einige Angaben[13]) gemacht.

Stützpunkte. Eine Übersicht über den gegenwärtigen Stand der Imprägnierung gibt Moll[14]).

Kinberg[15]) prüft an Hand von ausführlichen Berechnungen die Richtigkeit der zurzeit gültigen Verbandsvorschriften für Holzmasten. Er findet sie richtig bis auf die Faustformel $Z = 1{,}2\,D \cdot H$, vor deren Gebrauch er warnt. Er gibt neue genauere Faustformeln, die richtigere Ergebnisse liefern.

Stromsicherungen. Wolf[16]) gibt eine Zusammenstellung neuerer Ausführungen von Hochspannungssicherungen. Unter der Annahme, daß für Hochspannungsapparate kleinerer Leistungen auch schwache Sicherungen nötig sind, entstanden in den letzten Jahren neue Sicherungskonstruktionen mit schwachen Schmelzdrähten, die im Freien verwendet werden konnten. In vielen Anlagen haben sich jedoch solche schwachen Sicherungen wie z. B. ½ bis 2 A, nicht bewährt. Sie brennen besonders bei Gewitter zu oft durch. Sobald sie durch Sicherungen für 4 bis 6 A ersetzt wurden, kam dieses selten vor. Da die Hochspannungssicherungen auch nur dazu dienen sollen, einen schadhaft gewordenen Transformator vom Netz abzuschalten, also das Netz gegen Störungen durch den schadhaften Apparat zu schützen und nicht den Transformator gegen Überlastung, so liegt kein Grund vor, so schwache Sicherungen zu wählen.

Durch Photographien wird gezeigt[17]), wie Sicherungen in Anlagen mit Turbogeneratoren explosionsartig verbrennen und oft nicht den schadhaften Anlageteil abschalten. Die Abschaltung erfolgt vielmehr erst durch den automatischen Ölschalter. In einigen Fällen wurde die Stromstärke, bei welcher die Automaten ausgelöst waren, festgestellt, so 1200 A bei einer Sicherung für 10 A, 440 V. Als Material wurde Blei verwendet.

Hundhausen[18]) gibt eine neue Konstruktion der zweiteiligen Schmelzstöpsel an, die eine mißbräuchliche Benutzung unmöglich machen soll. Die verbrannte Patrone kann nur mittels Spezialwerkzeug ausgewechselt werden.

Installationsmaterial. Neue ergänzte Vorschriften des VDE über die Verwendung von Ersatzmaterialien beim Bau von Installationsmaterial werden veröffentlicht[19]).

Schaltanlagen. Samuels[20]) zeigt an Hand von Tabellen und Skizzen die Anordnungen moderner Transformatorenstationen und Schaltanlagen bis zu den höchsten verwendeten Spannungen. Bemerkenswert ist ein dreipoliger Trennschalter (Bajonett-Typ). Die Trennmesser sind auf einen senkrecht beweglichen, durch Gegengewichte ausbalanzierten Schlitten montiert, führen beim Schalten also keine Kreisbewegungen aus und nehmen deshalb viel weniger Platz ein als solche Konstruktionen. Die Anordnung ist dadurch erleichtert, daß die einpoligen Ölschalter nicht in getrennten Kammern montiert sind.

Über die Betriebserfahrungen mit Maststationen berichtet sehr ausführlich Schuster[21]). Er weist nach, daß es wohl möglich ist, eine verhältnismäßig billige Maststation betriebssicher zu bauen. Genügend große Stütz- und Durchführungsisolatoren (möglichst um eine Stufe größer als die im Netz verwendete Isolatorenform ist zu empfehlen), reichliche Abstände der spannungsführenden Teile zu Erde und zwischen den Phasen, um Störungen durch Vögel zu vermeiden, und in bezug auf Durchschlagsfestigkeit reichlich bemessene Transformatoren

tragen wesentlich zu einem guten Ergebnis bei. Es wird mit Recht darauf hingewiesen, daß die Hochspannungssicherungen nicht zu klein bemessen werden sollen.

Auch Binswanger[22]) äußert sich in gleich günstiger Weise über die mit einfachen Maststationen gemachten Erfahrungen. Die aufgestellten Richtlinien für die Ausführung der Stationen dürften allseitig Anerkennung finden.

Samuels[23]) gibt Anregungen für die Konstruktion der Apparate für Außenschaltwerke und für die Änderungen, die an Apparaten, die ursprünglich nur für Anbringung in überdeckten Räumen gebaut sind, für den Gebrauch in Außenschaltwerken notwendig sind. Er ist der Auffassung, daß die Zeit nicht fern ist, wo alle Apparate, die nicht im Freien angebracht werden können, verschwinden werden. Sogar Generatoren werden jetzt für den Betrieb im Freien gebaut.

Ölschalter. Die thermodynamischen und chemischen Vorgänge beim Abschaltprozeß in Ölschaltern sind untersucht[24]) und die Wirkung verschiedener Vorrichtungen, die eine Explosion von Schaltergasen verhindern sollen, geprüft worden. Die Untersuchungen haben wertvolle Aufschlüsse ergeben. — Besag[25]) beschreibt einen neuen selbstschaltenden Ölschalter. — Über einen druckfesten Ölschalter, welcher auch Ölexplosionen unbeschädigt aushalten soll, werden Angaben gemacht[26]). — Maschinenfabrik Örlikon[27]) berichtet über neue Schalterformen mit selbsttätiger Auslösung von 60 bis 100000 A und bis 2000 V. — Boye[28]) beschreibt die verschiedenen Auslösevorrichtungen der Ölschalter. — Schalter mit selbsttätiger Ausschaltung und Wiedereinschaltung werden beschrieben[29]).

[1]) Fr. Schmidt-Gröbers, Mitt. Ver. EW 1917, S 280. — [2]) ETZ 1917 S 241. — [3]) C. Loebner, ETZ 1917, S 401, 414. — [4]) Mitt. Ver. EW 1917, S 302. — [5]) K. Heinrich, ETZ 1917, S 588. — [6]) P. M. Grempe, Mitt. Ver. EW 1917, S 310, 325. — [7]) W. D. Peaslee, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 552. — [8]) Woodbridge, Ryan u. Clark, ETZ 1917, S 488. — [9]) J. A. Brundige, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 656. — [10]) G. Benischke, ETZ 1917, S 433, 445. — [11]) L. Nissley, ETZ 1917, S 518. — [12]) Creighton, ETZ 1917, S 324. — [13]) El. Kraftbetr. 1917, S 262. — [14]) F. Moll, ETZ 1917, S 270. — [15]) W. Kinberg, El. Masch.-Bau 1917, S 345. — [16]) W. Wolf, Helios Fachz. 1917, S 134, 142. — [17]) Electr. (Ldn.) Bd 78, S 581. — [18]) Hundhausen, ETZ 1917, S 147. — [19]) ETZ 1917, S 601. — [20]) M. M. Samuels, Electr. (Ldn.) Bd 78, S 570 (El. World). — [21]) P. Schuster, Mitt. Ver. EW 1917, S 113. — [22]) W. Binswanger, Mitt. Ver. EW 1917, S 192. — [23]) M. M. Samuels, El. World Bd 70, S 100. — [24]) B. Bauer, Bull. Schweiz. EV 1917, S 226, 273. — [25]) E. Besag, ETZ 1917, S 575. — [26]) ETZ 1917, S 41. — [27]) Maschinenfabrik Örlikon, El. Masch.-Bau 1917, Anh. S 277. — [28]) R. Boye, Helios Fachz. 1917, S 10. — [29]) El. Anz. 1917, S 10.

Überspannungen. Störungen. Gefahren. Korona.

Von Prof. Dr.-Ing. W. Petersen.

Überspannungen. Einen wertvollen Fortschritt in der technisch so wichtigen Frage des Eindringens von Wellen in Transformatoren stellt die theoretische und experimentelle Arbeit von Böhm[1]) über diesen Gegenstand dar. Böhm legt zunächst den Schwerpunkt auf die Tatsache, daß unter praktischen Verhältnissen der Wellenzug, nicht etwa der Kopf einer Wanderwelle als Träger der Gefahr in Frage kommt. Im unteren Frequenzbereich verhält sich eine Wickelung ähnlich wie eine lange Leitung mit dem Unterschied, daß mit zunehmender Frequenz die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen ab- und die Dämpfung zunimmt. Die höchste Beanspruchung der Eingangswindungen tritt bei der kritischen Frequenz auf — eine Tatsache, auf die Rüdenberg schon früher hingewiesen hat. Bei der kritischen Frequenz befindet sich die Kapazität und Induktivität einer Windung oder Spule in Stromresonanz. Sie würde ohne Berücksichtigung der Dämpfung den Wellenwiderstand unendlich besitzen und

die volle Wellenspannung aufnehmen. Jenseits der kritischen Frequenz geht die Beanspruchung wieder zurück und nähert sich einem Grenzwert; in diesem, dem oberen Frequenzbereich, laufen die Wellen über die Brücke der gegenseitigen Kapazitäten der Wickelungselemente quer durch die Wickelung, die sich gegenüber diesen Frequenzen wie eine wenig veränderliche Kapazität verhält. Die Spannungsverteilung gehorcht einem einfachen hyperbolischen Gesetz. In der Nähe der kritischen Frequenzen pflanzen sich die Schwingungen zum Teil längs des Wickelungsdrahtes, zum Teil quer durch die Wickelung fort.

Die an einem Versuchstransformator aufgenommenen Kurven der Windungsbeanspruchung und der Spannungsverteilung bestätigen die allgemeinen theoretischen Schlüsse. Besonders schön ist der Nachweis der Unveränderlichkeit der Spannungsverteilung jenseits der kritischen Frequenz und die Feststellung der stehenden Wellen unterhalb der kritischen Frequenz.

Die Böhmsche Arbeit enthält weiterhin wichtige Beiträge zur Frage des Drosselspulenschutzes von Transformatoren, für deren Beurteilung die Unterbindung von Resonanzerscheinungen maßgebend ist. Die gedämpfte, am besten teilweise oder induktiv überbrückte Drosselspule ist in dieser Hinsicht der unüberbrückten Spule weit überlegen.

Pfiffner[2]) bekämpft mit Recht die übertriebene Wertschätzung der vollständigen Widerstandsüberbrückung von Schutzspulen geringer Induktivität (0,1 bis 0,2 Millihenry) und hebt den Wert von eisernen Drosselspulen hervor, deren Dämpfung infolge der Stromverdrängung im weiten Bereich höher sein soll als die von überbrückten Spulen aus unmagnetischem Draht. Für dünndrähtige Eisendrahtspulen gilt allerdings diese Aussage von Pfiffner nach Messungen des Berichters nicht.

Binder[3]) veröffentlicht eine Reihe von Versuchen über die Schroffheit und die Verflachung von Wanderwellen. Er zieht aus ihnen den Schluß, daß die Wellenstirn mit steigender Spannung flacher wird, und daß ihr Anstieg von der Art und Form des Schalters abhängig ist. Die Neigung der Wellen soll auf 150 m langen Freileitungen merklich zurückgehen und auf einer 200 m langen Kabelstrecke bereits auf $^1/_5$ des Anfangswertes sinken. Mit Versuchen, die von anderer Seite durchgeführt worden sind, lassen sich diese Beobachtungen nicht recht in Einklang bringen. Sehr wichtig ist die von Binder bestätigte Feststellung, daß Silit- und ähnliche Widerstände wegen ihrer Widerstandsabnahme unter hohen Spannungsgefällen für Schutzschalter und ähnliche Verwendungszwecke ganz unbrauchbar sind. Ein Absinken auf 1—5% des Nennwertes ist nichts Außergewöhnliches.

Im Zusammenhang mit der Besprechung von Einzelheiten des Drosselspulen- und Kondensatorenschutzes behandelt Biermanns[4]) eine eigenartige Schutzanordnung: die Kondensatordrosselspule. Sie besteht aus einem bandförmigen, zu einer Spirale aufgewickelten Kondensator, dessen eine Belegung in Reihe mit dem geschützten Gegenstand oder Netzteil liegt, während die zweite in bestimmter Weise mit Erde verbunden wird. Je nachdem der Anfang oder das Ende der Erdbelegung geerdet ist, verhält sich die KD auftreffenden Wellen gegenüber wie ein hoher Wellenwiderstand (Drosselspule), von dessen Anfang ein niedriger Wellenwiderstand (Kondensator), oder wie eine Drosselspule, von deren Ende ein Kondensator abzweigt. Durch die Art des Anschlusses hat man es in der Hand, der KD die Eigenschaften der üblichen, aus Kondensatoren und Drosselspulen zusammengesetzten Schutzanordnungen zu erteilen oder sie wie einen reinen Kondensator wirken zu lassen.

Zur weiteren Klärung der Erdschlußvorgänge untersucht Petersen[5]) den intermittierenden Erdschluß, als dessen Ursache er die beim selbsttätigen Löschen des Erdschlußlichtbogens abgetrennten Gleichspannungsladungen angibt. Im taktmäßigen Wechsel zwischen Zünden und Löschen können sich an den gesunden Phasen vierfache, an der kranken Phase drei- bis vierfache Überspannungen entwickeln, die deshalb so gefährlich sind, weil sie während der ganzen Brenndauer des Erdschlußlichtbogens auftreten können und weil die sich

immer wiederholenden Rückzündungen unter einem vielfachen der Betriebsspannung erfolgen. Die vom Fehlerpunkte ausziehenden Sprungwellen sind dementsprechend ganz unvergleichlich gefährlicher als die im glatten Erdschluß nur einmal auftretenden Sprungwellen.

Irrströme. Das Bureau of Standards[6]) hat eingehende Versuche mit verschiedenen Schutzanstrichen und Schutzmitteln angestellt, die im allgemeinen unbefriedigende Ergebnisse gezeitigt haben. In einer weiteren Veröffentlichung[7]) faßt es seine umfangreichen Untersuchungen über abirrende Ströme zusammen, die u. a. die vollendete Zweckmäßigkeit der von der Deutschen vereinigten Erdstromkommission aufgestellten Vorschriften bestätigen. Besonders eingehend wird in der Zusammenfassung über die Erfahrungen mit isolierenden Rohrabdichtungen berichtet.

Gefahren, Unfälle, Schutz. Behrend[8]) spricht den Leitern großer Überlandwerke aus der Seele, wenn er auf die Schwierigkeiten, Unzulänglichkeiten, ja auf die Gefährlichkeit der Schutzerdungen sowie auf die Notwendigkeit ihrer dauernden Überwachung hinweist. Mit der Zunahme der Netze geht die des Erdschlußstromes einher; er besitzt in vielen Anlagen eine derartige Höhe, daß selbst gute Schutzerdungen versagen. Behrend macht den Vorschlag, den bei Transformatorenfehlern möglichen Übertritt des Erdschlußstromes in die Niederspannungsnetze durch Einbau von Relais in die Erdungsleitungen der Transformatoren zu verhindern, die den Transformator im Fall eines derartigen Übertritts abschalten sollen. Die neuerdings geglückte Begrenzung des Erdschlußstromes läßt diese oder ähnliche Maßnahmen weniger wichtig erscheinen.

Korona. Zur Ausnutzung der ventilartigen Wirkung der Glimmverluste schlägt Centerwall[9]) den Einbau kurzer dünndrähtiger Abschnitte im Zuge von Freileitungen, vor Kraft- und Unterwerken vor. Die Schutzwirkung würde sich auf kurzzeitige, wellenartige Überspannungen beschränken.

[1]) Böhm, Arch. El. Bd 5, S 383. — [2]) Pfiffner, El. Masch.-Bau 1917, S 102, 114. — [3]) Binder, ETZ 1917, S 381, 395. — [4]) Biermanns, Arch. El. Bd 5, S 216. — [5]) Petersen, ETZ 1917, S 553, 564. — [6]) Bur. Stand., ETZ 1917, S 12. — [7]) Bur. Stand., ETZ 1917, S 566. — [8]) Behrend, ETZ 1917, S 329. — [9]) Centerwall, El. Masch.-Bau 1917, S 244.

IV. Kraftwerke und Verteilungsanlagen.

Wirtschaftlichkeit in der Elektrizitätsversorgung. Von Oberingenieur Heinrich Büggeln, Stuttgart. — Kraftquellen. Einrichtungen des Elektrizitätswerks. Von Eugen Eichel, beratendem Ingenieur, Berlin. — Ausgeführte Anlagen. Von Dr. Bruno Thierbach, beratendem Ingenieur, Berlin.

Wirtschaftlichkeit in der Elektrizitätsversorgung.

Von Oberingenieur Heinrich Büggeln.

Großanlagen und Wasserkräfte. Der allerorts herrschende Kohlenmangel hat wesentlich zur Förderung der Ausbaupläne unserer Wasserkräfte beigetragen. In Deutschland wird besonders auf die Heranziehung der Niederdruck-Wasserkräfte großer Wert gelegt. Wesentlich neue Gesichtspunkte entwickelt dabei Hallinger[1]) in seinen Arbeiten über die großen staatlichen Niederdruck-Wasserkräfte in Südbayern, deren Erschließung nach den Grundsätzen der größten Wirtschaftlichkeit und des kleinsten Massenaufwandes erfolgen soll. Er beweist, daß man selbst aus Flußgebieten mit allergeringsten, für das freie Auge kaum merkbaren Gefällen noch bedeutende, für Großbetriebe brauchbare Kräfte herauswirtschaften kann. Die bayerische Regierung fördert derartige Pläne in jeder Weise, so auch den Plan des Ausbaues der Wasserkräfte am Inn[2]) mit 24000 bis 40000 kW, die vornehmlich zur Aluminiumerzeugung verwendet

werden sollen. Inzwischen sind auch die preisgekrönten Entwürfe des Walchenseewerkes von N. Holz, R. Thomann und B. Gleichmann[3]) veröffentlicht und u. a. von Mattern[4]) eingehend besprochen worden.

Bedeutende Wasserkraftanlagen werden wieder in der Schweiz[5]) geplant, u. a. im Kanton Glarus das Muttensee-Limmern-Sandbachwerk mit insgesamt 87000 kW und das Murgsee-Mühlbach-Sernftwerk mit insgesamt 30000 kW. Aus Frankreich[6]) wird über den Plan eines Wasserkraftwerkes der französischen Südbahn in den Pyrenäen mit 7 Haupttrurbinen von je 3700 kW sowie einer Erregerturbine von 330 kW berichtet, und in Italien[7]) will die Mailänder Lokomotiv- und Maschinenfabrik Breda ein großes Wasserkraftwerk am Südabhang des Lyskamms bauen, dessen Leistung später 75000 kW betragen soll.

Hansmann[8]) berichtet über die Entwicklung der elektrischen Kraftanlagen in Norwegen. Auch über die Entwicklung, die die Elektrizitätserzeugung während der letzten Jahre in Schweden[9]) genommen hat, liegt ein Bericht vor. Erwähnt sei ferner ein Vortrag von O. von Miller[10]) in der Elektrotechnischen Gesellschaft Frankfurt a. M. über die Entwicklung der Elektrizitätswerke.

Der preußische Staat[11]) endlich will als Aushilfe für seine verschiedenen, in den Vorjahren erwähnten Wasserkraftanlagen ein großes Dampfkraftwerk bei Hannover errichten und hier insbesondere die minderwertige Deisterkohle verbrennen.

Die elektrische Großwirtschaft und der Staat. Seit im Vorjahre der Ruf nach einer elektrischen Großwirtschaft von verschiedenen Seiten erklungen ist, ist diese äußerst wichtige Frage nicht mehr zur Ruhe gekommen. Gleich zu Beginn des Berichtsjahres ist der ausführliche Bericht[12]) über den von der VEW am 4. Dezember 1916 im preußischen Abgeordnetenhause veranstalteten Erörterungsabend erschienen. Während daselbst Voigt gegen Klingenbergs vorjährige Ausführungen sehr eingehend Stellung genommen hat, beschränken sich Zell, Schember und Klein auf rein sachliche Berichte über die Vorgänge in Bayern, Baden und Hessen. Dagegen kritisiert Monath die Ausführungen von Büggeln[13]) über die elektrische Großwirtschaft in Württemberg und sucht nachzuweisen, daß eine solche Großwirtschaft in Württemberg gar nicht am Platze sei. Hiergegen nimmt Büggeln[14]) in einer umfangreichen Arbeit über die volkswirtschaftliche Bedeutung der zukünftigen elektrischen Großwirtschaft ganz entschieden Stellung.

In einer anderen Arbeit sucht Voigt[15]) die Behauptung Klingenbergs zu widerlegen, daß durch den elektrischen Parallelbetrieb der über ganz Preußen gleichmäßig zu erbauenden Großkraftwerke eine Verbesserung der Maschinenausnutzung um 50 bis 100% gegenüber dem heutigen Zustand des Einzelbetriebes kleinerer Werke zu erreichen sei. Thierbach[16]), der schon in seiner Abhandlung „Fernkraftpläne — Nahkraftwerk und Einzelkraftstätten, ihr Geltungsbereich und ihre gegenseitigen Grenzlinien“[17]) Stellung für Klingenberg und gegen Voigt genommen hat, behauptet, daß aus dem von letzterem bearbeiteten statistischen Material sich überhaupt keine Schlußfolgerungen darüber ziehen lassen, ob bei den Großkraftwerken nennenswerte Ersparnisse an Maschinenleistungen gegenüber einer Anzahl Einzelwerke zu erzielen sind. Dieser Behauptung und auch den Ausführungen in Thierbachs zuvor genannter Abhandlung tritt wiederum Voigt[18]) entgegen.

Auch Spengel[19]) bekämpft die Ausführungen Klingenbergs. Er sucht die Einwendungen, die letzterer, wie schon im JB 1916, S 71 erwähnt ist, gegen die Ausführungen verschiedener Mitglieder und Gäste der VEW gemacht hat, zu widerlegen. Dagegen findet Klingenberg auch unter den Mitgliedern der Vereinigung warme Verteidiger, so z. B. in Hoffmann[20]).

Recht beachtenswert ist ein Aufsatz von Biedermann[21]), der für gemischtwirtschaftliche Unternehmungen eintritt. Seine Ausführungen decken sich in vielen Punkten mit denen Klingenbergs, obwohl sie offenbar unabhängig davon entstanden sind. Zu dem Ergebnis, daß eine erhöhte Wirtschaftlichkeit

nur in Großanlagen erzielt werden kann, kommt auch von Eheberg[22]) in einem Vortrage, den er im November 1917 auf der Hauptversammlung der VEW gehalten hat. Er wünscht, daß ein verständiges Zusammenwirken der Privatindustrie, als der Trägerin des technischen Fortschrittes, mit der öffentlichen Gewalt, als der Wahrerin des gemeinwirtschaftlichen Prinzips, den allgemein erhofften Segen für Land und Volk bringen möge.

Von Arbeiten, in denen der völligen Verstaatlichung der Elektrizitätsversorgung das Wort geredet wird, sei die von Heiß[23]) über Eisenbahnpolitik und Elektrizitätsversorgungspolitik erwähnt, in der eine Parallele zwischen der Verstaatlichung der Eisenbahnen und der Elektrizitätsversorgung in volkswirtschaftlicher Beziehung gezogen wird.

In Bayern ist inzwischen eine Bayerische Wasserkraft-Arbeitsgesellschaft[24]) gebildet worden. Dort haben sich Banken und industrielle Großunternehmungen zusammengeschlossen, um die umfangreiche Ausnutzung der Wasserkräfte Bayerns zu fördern und dafür zu sorgen, daß das erforderliche Kapital im Lande aufgebracht werden kann. Soberski[25]) ergänzt seinen schon im JB 1916, S 71 erwähnten Bericht über die staatliche Elektrizitätsversorgung in Sachsen. Hierüber und über das Verhältnis zu den kommunalen Elektrizitätsunternehmungen liegt ferner eine Arbeit von Theissig[26]) vor.

Ein lebhafter Meinungsaustausch[27]) hat zwischen Soberski und Schiff stattgefunden. Letzterer spricht sich gegen die von den Großfirmen geleitete Elektrizitätspolitik, insbesondere gegen gemischtwirtschaftliche Betriebe aus, ohne gegen eine staatliche Regelung Stellung zu nehmen. Nur soll nicht jeder einzelne Bundesstaat, sondern das Reich die Führung übernehmen. Er wiederholt die schon in einer 1915 erschienenen Veröffentlichung „AEG und BEW“ gemachten Einwendungen gegen die Finanzpolitik, die beim Verkauf der BEW an die Stadt Berlin stattgefunden hat. Dem widerspricht Soberski mehrere Male, und diese Auseinandersetzung hat dann auch noch eine Äußerung von Manke[28]) zur Folge.

An dieser Stelle mögen noch eine Besprechung von Aumann[29]) über die Verhandlungen im preußischen Abgeordnetenhause am 19. Februar 1917 wegen der Frage der staatlichen Großkrafterzeugung und die Abhandlung von Passow[30]) über staatliche Elektrizitätswerke in Deutschland erwähnt werden.

Doch nicht nur in Deutschland, sondern auch im Auslande gewinnt der Gedanke des Zusammenschlusses der Kraftwerke zu einer Großwirtschaft, der vermehrte Ausbau der Wasserkräfte und die Benutzung anderer Naturkräfte immer weiteren Boden. Besonders viel Beachtung haben die deutschen Vorgänge in Österreich gefunden, wo es mit der öffentlichen Elektrizitätsversorgung noch sehr schlecht bestellt ist. Nach Ried[31]) betrug 1913 die Zahl der österreichischen Elektrizitätswerke nur 886 und der Anschlußwert 568595 kW. Von den Werken waren rund 39% im Besitz von Gemeinden. Nur 1,5% verfügten über Leistungen von mehr als 5000 kW, und nur 4% sämtlicher Gemeinden waren überhaupt versorgt. Ried behandelt in seinen Arbeiten die Frage der privaten und öffentlichen Elektrizitätsversorgung und die allgemeinen Grundlagen einer staatlichen Elektrizitätswirtschaft. Er fordert ein Elektrizitätswirtschaftsgesetz, das das Recht zur Aufstellung eines systematischen Stromversorgungsplanes seitens des Staates als Grundlage für die Elektrisierung gewährleisten soll. Auch Zickler[32]) tritt für eine Großwirtschaft Österreichs ein in dem Sinne, daß eine von der Regierung eingesetzte Kommission einen einheitlichen Plan für ganz Österreich ausarbeiten soll, in dem besonders die seinerzeit für die Elektrisierung der alpenländischen Bahnen mit Beschlag belegten Wasserkräfte zu berücksichtigen sind. Er hält ein gemischt-wirtschaftliches Unternehmen für das zweckmäßigste.

Die Regierung Österreichs hat sich dann auch angelegentlich mit der wichtigen Frage befaßt und eine Elektrizitätsgesetzgebung[33]) vorbereitet. In der Sitzung des Herrenhauses[34]) am 13. Juni 1917 hat Wilh. Exner bei der Verhandlung über die Regelung des Elektrizitätswesens und legislatorische Ordnung

des Dampfgeneratorenwesens die Regierung aufgefordert, eine Gesetzgebung vorzubereiten, die sich auf den Motorenbetrieb erstreckt. Ferner hat Ministerpräsident von Seidler im Abgeordnetenhause am 24. September 1917 ein großzügiges Programm[35]) entwickelt. Im Ministerium für öffentliche Arbeiten ist eine besondere Abteilung gebildet worden, die bezweckt, daß Staat, Länder, Gemeinden und Privatkapital zusammenwirken sollen mit dem Endziele, ganz Österreich mit einem weitverzweigten Leitungsnetz zu überspannen. Der Entwurf eines österreichischen Gesetzes betr. das Wegerecht und andere Bestimmungen für elektrische Anlagen wird durch von Winkler[36]) kritisiert. Er sucht zu beweisen, daß es nicht zweckmäßig ist, nur die großen Wasserkräfte auszunutzen, die kleinen aber brach liegen zu lassen. Das Errichten und Bevorzugen von Großkraftanlagen nimmt, wenn es unbesehen gepflegt wird, schlagwortartige Eigenschaften an, die vom technischen und geschäftlichen Standpunkt aus abgelehnt werden müssen. v. Winkler meint, daß auch die Kleinkräfte wertvolle Unterstützung bilden und Gebiete befruchten können, die den Großkräften verschlossen sind.

Mit der Elektrisierung im großen, insbesondere der Mährens, befaßt sich an verschiedenen Stellen Niethammer[37]), der auch Thierbachs schon erwähntes Buch „Fernkraftpläne" bespricht[38]) und dabei auf die Pläne Österreichs näher eingeht. Bei Prüfung der Frage, ob in Mähren auf ähnliche Weise wie in Deutschland vorgegangen werden kann, kommt er zu dem Ergebnis, daß mit Rücksicht auf die ganz anderen Verhältnisse und im Hinblick auf die Verschleppung der Elektrizitätsversorgungsvorschläge des Landesausschusses eine großzügige und rasche Versorgung nur möglich ist, wenn man den Bau und Betrieb der Überlandwerke größtenteils der Privatindustrie, womöglich unter Beteiligung der mährischen Industrie und Banken, überläßt und von der Reichsregierung ein vernünftiges Wegegesetz geschaffen wird. Über die Elektrizitätsversorgung Steiermarks äußert sich Roßhändler[39]). Der Landesausschuß hat mit der Steiermärkischen Elektrizitätsgesellschaft in Graz und mit der Österreichischen Baugesellschaft für Verkehrs- und Kraftanlagen in Wien Vereinbarungen getroffen, nach denen zwecks Ausnutzung der Drauwasserkräfte bis zu 100000 kW ein gemischt-wirtschaftliches Unternehmen gegründet werden soll. An anderer Stelle behandelt Roßhändler[40]) die Frage der Elektrizitäts-Großwirtschaft für ganz Österreich an Hand der Programmrede des Ministerpräsidenten und tritt für die Kupplung hydraulischer Niederdruckwerke mit hydraulischen Spitzenwerken ein. Die el. Arbeit soll in Reichsleitungen mit hoher Spannung den Kronländern zugeführt und hier mit Mittelspannungen verteilt werden. Als auszunutzende Flußgebiete kommen in erster Linie Donau, Enns und Drau in Frage, nicht aber andere Alpenflüsse wie Save und Mur. Roßhändler stellt auch Kosten- und Wirtschaftlichkeitsberechnungen auf und hält den Ausbau des Gesamtunternehmens auf gemischt-wirtschaftlicher Grundlage für zweckmäßig.

Über eine Überlandzentrale für das Großherzogtum Luxemburg bringt Manternach[41]) einen Entwurf, der z. T. von Roth[42]) angegriffen wird, was eine nochmalige Auslassung Manternachs zur Folge hat.

Auch in den Vereinigten Staaten werden Stimmen für einen Zusammenschluß der Kraftquellen laut. In einer Arbeit[43]) wird nicht ein Zusammenschluß im Sinne der deutschen Vorgänge befürwortet, sondern mehr eine Kontrolle der 87 Großbetriebe, deren jeder über mehr als 22400 kW verfügt. An anderer Stelle[44]) wird über den Zusammenschluß großer Kraftwerke in der Gegend von Boston berichtet. Die 22000-V-Verbindungsleitung führt von Salem über Lynnfield nach Maldem. Dem Aufsatz sind Belastungsschaulinien aus den Jahren 1916 und 1917 beigefügt.

Aus England liegen zwei Berichte[45]) des Komitees für den Zusammenschluß der elektrischen Anlagen von Lancashire und Cheshire vor. Als Grundlage für den Zusammenschluß wird bedingt, daß nur große Einheiten nicht unter 10000 bis 15000 kW zur Verwendung kommen und nur an bestgeeigneten Plätzen

aufgestellt werden sollen. Ferner sollen die Kraftwerke durch Kupplungsleitungen verbunden und alle ausgenutzten Quellen nutzbar gemacht werden. Für den Zusammenschluß der Werke in Accrington, Haslingden und Rawdenstall werden Schaltanlagen beschrieben[46]).

Das Programm für die staatliche Kraftversorgung Schwedens wurde bereits 1908 durch Gründung der Kgl. Wasserfallverwaltung eingeleitet. Sigurd Halden[47]) berichtet über die staatliche Stromversorgung Nord- und Mittelschwedens, die mit dem Bau der Kraftwerke Porjus und Aelvkarleby begonnen hat. Ferner sind große Dampfaushilfsanlagen, z. B. in Västeras, errichtet worden. Infolge der Kohlenknappheit und der gestiegenen Nachfrage sollen die staatlichen Maßnahmen beschleunigt werden. Auch auf einen Bericht von Borgquist[48]) über die Ausnutzung der staatlichen Wasserkräfte Schwedens sei verwiesen.

In Italien[49]) soll eine allmähliche Verstaatlichung ohne allzugroße Schädigung von privaten Rechten und ohne große Kosten angestrebt werden.

Wahl der Verteilungsspannung und Verbesserung des Leistungsfaktors. Roth[50]) untersucht, ob es wirtschaftlicher sei, mit nur einer Verteilungsspannung von 20 bis 30 kV oder mit einer Hauptspannung von 30 bis 50 kV und einer Mittelspannung von 6 bis 20 kV zu arbeiten. Er findet, daß die Transformatorverluste in beiden Fällen annähernd gleich sind und die Gesamtverluste bei der doppelten Transformierung sogar kleiner werden. Vgl. S 49.

Der Schweizerische Elektrotechnische Verein[51]) hat festgestellt, daß der Leistungsfaktor im Netz und Kraftwerk immer mehr abnimmt, so daß eine vorzeitige Stromlieferungsunfähigkeit der Generatoren droht. Er versucht daher zu ermitteln, wie sich die Werke zu einer Verbesserung durch tarifarische Maßnahmen stellen. Es soll eine Rabattvergünstigung eintreten, wenn der Leistungsfaktor höher als 0,7 bis 0,65 bleibt, während ein Aufschlag beim Sinken unter diese Grenze erfolgt. Der Zweck ist auch durch einen Benutzungsstundenrabatt (bessere Motorenleistung) zu erreichen. Bei großer Phasenverschiebung, wie z. B. Aufzugsmotoren, soll der Bedarf an Blindstrom durch Zuschlag auf den kWh-Tarif verrechnet werden.

Der Einfluß des Krieges hat sich im Berichtsjahre außerordentlich geltend gemacht und infolge des Kohlenmangels Betriebseinschränkungen gezeitigt. Anderseits mußten die Strompreise z. T. erheblich hinaufgesetzt werden. Wo man freie Naturkräfte, deren Benutzung früher unwirtschaftlich war, zur Stromerzeugung heranziehen konnte, ist das nach Möglichkeit geschehen. In Italien ist selbst die vulkanische Wärme[52]) dienstbar gemacht worden. Dort hat Fürst Ginori Conti schon seit 1913 eine Versuchsanlage in der Gegend von Larderello (Toscana) in Betrieb, die nun durch 3 Turbodynamos von je 3000 kW erweitert werden wird. Der Strom soll mit 36000 V nach Volterra, Siena, Livorno und Florenz geleitet werden. Man hat auch in Erwägung gezogen, die vulkanische Wärme der Campi Flegrei bei Pozzuoli am Golf von Neapel auszunutzen. — Wohl fast alle Werke Deutschlands mußten den Strompreis erhöhen. Die kommunalen Werke haben dies leichter gehabt als die Privatwerke, die durch langjährige Verträge gebunden sind. Soweit es sich nicht um Abwälzung der Kohlensteuer handelt, gehen die Meinungen über das Recht der Strompreiserhöhung zum Teil auseinander. Die Elektrizitätswirtschaftsstelle des Preuß. Kriegsministeriums[53]) befürwortet die Preiserhöhung sehr warm. Klein[54]) weist in einer ausführlichen Arbeit auf Grund einer Umfrage nach, daß Teuerungszuschläge auf die Friedensstrompreise nicht nur während des Krieges, sondern auch später notwendig und berechtigt sind. Auch Schwagmeier[55]) bejaht die Frage und beruft sich dabei auf §§ 133 und 157 des BGB. Zum gleichen Ergebnis kommt ferner Crome[56]) in einer sehr inhaltsreichen Arbeit über den Konzessionsvertrag und seine Ausführung im Kriege. Dagegen teilt Eckstein[57]) mit, daß die Rechtsprechung sich seither ziemlich ablehnend verhält, während Schiedsgerichte in viel höherem Maße wirtschaftliche Verhältnisse zu berücksichtigen geneigt sind. Martens[58]) stellt aus Gerichtsentscheidungen fest, daß im

allgemeinen auf Grund von Pauschaltarifen und Mindestabnahmegarantien abgeschlossene Stromlieferungsverträge durch den Krieg auch dann nicht aufgehoben werden, wenn die Möglichkeit der Abnahme fehlt. Von den zahlreichen Berichten über Strompreiserhöhungen sei je eine Abhandlung über Maßnahmen der EW zum Ausgleich der Teuerung[59]) und über die Tarifänderung bei den EW Hamburgs[60]) erwähnt. Vgl. auch S 17, 18, Anm. 18 bis 23.

Um den gesteigerten Verbrauch an Elektrizität und Gas einzuschränken, damit die Fortlieferung gesichert ist, wurde eine Zentralstelle mit einem Reichskommissar an der Spitze gebildet[61]). Von dieser Stelle aus sind verschiedene Bekanntmachungen über die Einschränkung des Verbrauchs el. Arbeit erlassen worden[62]). Auch die Geschäftsstelle für Elektrizitätsverwertung[63]) zeigt Mittel und Wege, wie die Ersparnis an Kohlen und Menschenkraft zugunsten unserer Rüstungsindustrie und aller zur Erhaltung unserer Volkskraft dienenden Zwecke möglich ist. In den Marken hatte das Oberkommando[64]) schon im Juni 1917 eine Regelung des Verbrauchs angeordnet. Von Bedeutung für eine bessere Verteilung des Elektrizitätsverbrauchs sind auch die Vorschläge von Wyßling[65]) in einer Erörterungsversammlung des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins. Besondere Beachtung verdienen die Anregungen, die sich auf die erhöhte Wasserkraftausnutzung beziehen. — Thierbach[66]) weist auf die Härten und auf die bedeutenden, z. T. unüberwindlichen Schwierigkeiten hin, die er in den Verordnungen des Reichskommissars sieht. Auch Fr. Schmidt[67]) macht seine Bemerkungen dazu und fordert ein Gesetz, das unbeschadet entgegenstehender vertraglicher Abmachungen die Erhöhung der Strompreise gestattet, weil mit der Einschränkung ein erheblicher Einnahmeausfall verbunden ist. Gegen seine weiteren beachtenswerten Ausführungen macht z. T. Korff[68]) Einwendungen, weil Schmidt sich gegen die von Korff verlangte Mindestbenutzungsstundenzahl und gegen Pauschaltarife wendet, denn er ist der Ansicht, daß solche Abnehmer durch die Stromeinschränkung nicht betroffen werden. Hierüber entspinnt sich zwischen Korff und Schmidt eine Auseinandersetzung.

Den Einfluß des Krieges auf die ungarischen Elektrizitätswerke schildert L. Fehér[69]) in einer ausführlichen Arbeit. Hierin geht er auch auf die Abhandlungen Klingenbergs ein und vertritt die Ansicht, daß es verfrüht wäre, die Ergebnisse der daraus entstandenen Polemik auf das kleine Ungarn zu übertragen, wo noch dazu ganz andere Verhältnisse herrschen. Von besonderem Interesse sind seine Mitteilungen über die in der Kriegszone liegenden Werke, die z. T. den Besitz wechselten und zeitweise in russischer, rumänischer oder serbischer Hand waren. Auch in Ungarn waren Betriebseinschränkungen infolge des Rohölmangels unvermeidlich. Die wachsenden Kosten bedingten Tariferhöhungen, und sowohl die Schiedsgerichte als auch die ordentlichen Gerichte haben sich bei Streitfällen für die Erhöhung ausgesprochen. Wenn sich Städte und Gemeinden in solcher Lage Weisung von der Regierung erbaten, so hat letztere ebenfalls ausnahmslos die Erhöhung befürwortet.

Der Krieg hat auch in der Türkei[70]) die Einführung der Elektrizität gefördert, die noch unter Abdul Hamid als staatsgefährlich verboten war. Heute haben schon Konstantinopel, Damaskus und andere Städte el. Anlagen, und beachtenswerte Neuanlagen sind geplant. Hierfür sollen die zahlreichen Wasserkräfte und die türkischen Kohlenschätze ausgenutzt werden.

In der kohlenarmen Schweiz mußten vom Bundesrat[71]) ebenfalls gesetzliche Beschlüsse wegen Einschränkung des Verbrauchs an Kohle und el. Arbeit gefaßt werden.

Daß auch in Rußland[72]) und Frankreich[73]) Regelungen des Elektrizitätswesens vor sich gehen mußten, nimmt nicht weiter wunder. Dagegen hätte man an eine solche Einwirkung des Krieges auf Amerika wohl kaum gedacht, jedenfalls nicht daran, daß hier Brennstoffschwierigkeiten eintreten würden, die sogar zeitweise die Stillegung der New Yorker Untergrundbahnen[74]) zur Folge hatten. Der Brennstoffkommissar hat eine Anordnung[75]) erlassen, laut

deren eine erhebliche Einschränkung der in Amerika besonders verbreiteten Reklamebeleuchtung vorgeschrieben wird. Die Zunahme des Stromverbrauchs in den Vereinigten Staaten[76]) hat innerhalb weniger Monate des Jahres 1917 durchschnittlich 22,8% und die Zunahme der Einnahmen 14,4% betragen. — Nach W. N. Neibich[77]) verschwindet infolge der großen Zunahme industrieller Anschlüsse bei amerikanischen Kraftwerken die abendliche Belastungsspitze. Bei dem Werke der Consolidated Gas-, Electric- Light & Power Co. in Baltimore trat 1909 die höchste Spitzenbelastung zwischen 8 und 9 Uhr abends mit 12600 kW bei einem Belastungsfaktor von 42,9% auf. Im Mai 1917 war die Abendspitze bei einem Belastungsfaktor von 80% ganz verschwunden, nachdem die industriellen Anschlüsse mit 60% das Übergewicht bekommen hatten.

Elektrizität und Verwaltung. Schon im vorigen Abschnitt sind allerhand durch den Einfluß des Krieges bedingte Maßnahmen der Verwaltungsbehörden erwähnt worden. Im Zusammenhange damit steht eine Bekanntmachung des Bundesrats[78]) über Elektrizität, Gas, Dampf, Druckluft usw. vom 21. Juni 1917 auf Grund des § 3 des Gesetzes über die Ermächtigung des Bundesrats zu wirtschaftlichen Maßnahmen usw. vom 4. August 1914 (Reichsgesetzbl. S 327). Der Reichskanzler wird ermächtigt, die Erzeugung, Fortleitung und den Verbrauch von Elektrizität usw. zu regeln. Die Befugnisse sind der Elektrizitätswirtschaftsstelle in Berlin übertragen.

Gewinnung von Nebenerzeugnissen. Die im JB 1916, S 73 erwähnten Arbeiten von Besemfelder und von Dewitz, die stellenweise ganz phantastische Hoffnungen erweckt hatten, sind im Berichtsjahre nach sachlicher Prüfung auf das richtige Maß zurückgeführt worden. Schon am mehrfach erwähnten Erörterungsabend der Vereinigung hatte man sich bei Beurteilung der wichtigen Frage sehr zurückhaltend gezeigt. Voigt[79]) betonte dort, daß die Gewinnung von Nebenerzeugnissen aus der Kohle unter den schwankenden Belastungen der EW große Schwierigkeiten biete. Sie sei eher denkbar, wenn man die EW mehr in Gemeinschaft mit den überall über das Land verteilten Gaswerken betriebe. Deshalb seien Klingenbergs Großwirtschaftspläne verfehlt. Klingenberg[80]) vertritt dagegen die Ansicht, daß die Gewinnung der Nebenerzeugnisse nur in Großkraftwerken wirtschaftlich sei. Er warnt aber vor allzugroßen Hoffnungen und wendet sich schließlich gegen die Theorien des Landrats von Dewitz. — Mit Besemfelder und von Dewitz befaßt sich Büggeln[14]) sehr eingehend in seiner schon erwähnten Arbeit. Er beweist an Hand der im JB 1916, S 73 erwähnten Arbeit von Scheuer, daß die Gewinnung von Nebenerzeugnissen in EW nur in Ausnahmefällen wirtschaftlich ist und meist eine Vermehrung des Brennstoffverbrauchs zur Folge hat. Diesen Standpunkt vertritt auch N. Caro[81]). Klingenberg[82]) hat seine Ansicht über diese Frage nochmals in einem Vortrag auf der 58. Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure im November 1917 dargelegt und nachgewiesen, daß die allgemein durchgeführte Nebenproduktengewinnung die Kohlenvorräte rascher erschöpfen würde. Interessant ist es, daß Robertson[83]) beim Studium der Frage in England zu ganz ähnlichen Ergebnissen kommt wie in den vorgenannten Arbeiten. Er hält die Zentralisierung der Stromerzeugung in Großkraftwerken im Interesse einer sparsamen Kohlenwirtschaft und die unmittelbare Verbrennung der Kohle unter den Kesseln gegenwärtig für das wirtschaftlichste. Dennoch fordert er, daß die Vergasungsfrage mit Gewinnung von Nebenerzeugnissen sorgfältig studiert werde, weil schon heute in Einzelfällen die Elektrizitätserzeugung mit der Erzeugung und Verarbeitung von Nebenerzeugnissen verbunden werden kann.

In verschiedenen Ländern will man die Torflager ausnutzen und neben Elektrizität reichhaltige Stickstoffverbindungen gewinnen, so z. B. in Polen[84]) und Irland[85]), ja sogar an die Gaserzeugung aus Pflanzenstoffen[86]) mit Gewinnung von Nebenerzeugnissen wird ernstlich gedacht.

Schließlich sei noch auf eine Schrift von E. Dolensky[87]) über die vollkommene Auflösung der Kohle und das Trigasverfahren hingewiesen.

Tarife. Norberg-Schulz[88]) erweitert seine im JB 1916, S 75 genannte Wirtschaftstheorie, indem er diesmal nicht nur die Erfahrungen bei einigen norwegischen Wasserkraft-EW benutzt, sondern seinen durch 12 Schaubilder erläuterten Ausführungen die Statistik der VEW zugrunde legt. Sodann studiert er die durchschnittlichen Belastungsverhältnisse und wirtschaftlichen Ergebnisse eines mitteleuropäischen Normal-EW für Städte mit mehr als 100000 Einwohnern und stellt einen Vergleich mit den früheren Untersuchungen an. Er kommt zu dem Ergebnis, daß die größeren mitteleuropäischen Dampfwerke für ihre Tarifpolitik andere Gesichtspunkte als die norwegischen Werke zugrunde legen müssen. Rosenbaum[89]) nimmt ebenfalls Bezug auf die im JB 1916, S 75 erwähnte Arbeit von Norberg-Schulz und untersucht an Hand der Statistik der VEW vom Jahre 1912/13, in welchem Zusammenhange die Tariffrage mit den wirtschaftlichen Ergebnissen der EW steht.

Von sonstigen Arbeiten über Tariffragen bietet das Buch von Jung[90]) „Der Zeitzählertarif" erhöhtes Interesse. Auch von Nicolaisen[91]) ist wieder eine Arbeit erschienen, die sich an die im JB 1916, S 74 erwähnten Ausführungen über einen Einheitstarif ergänzend anschließt. Er erläutert seine Darstellungen an Hand der Betriebsergebnisse von 14 Werken und schlägt vor, daß in Zukunft der Besitzer eines Hauses oder einer Häusergruppe die Grundgebühren für die Mieter an das Werk bezahlen und auf die Miete aufschlagen soll. Letzterer hat dann nur noch den billigen Einheitstarifsatz zu bezahlen und wird so den Strom im weitesten Maße benutzen. Nicolaisen hält es sogar für möglich, daß eine Gemeinde die Grundgebühren für die gesamte Einwohnerschaft übernehmen und in Form einer Steuer auf die Haushaltungen abwälzen kann.

Korff[92]) berichtet über den neuen Tarif des Elektrizitätsverbandes Gröba, des größten Überlandwerkes in Deutschland. Man hat zur Sicherstellung einer Mehreinnahme Licht- und Kraftpauschalen eingeführt. Die Kraftpauschale kommt für landwirtschaftliche Betriebe bis zu 60 Morgen Nutzungsfläche allgemein zur Anwendung. Dann sind jährliche Mindestabnahmen von 200 Benutzungsstunden für Lichtanlagen und 100 Benutzungsstunden für Kraftanlagen eingeführt worden. Bemerkenswert ist noch die Umwandlung der Zählermiete in eine höhere Grundgebühr. Über die Vor- und Nachteile dieses Tarifs entspinnt sich eine Auseinandersetzung zwischen Storck und Korff[93]).

Von bedeutendem Wert ist das umfangreiche Buch von Siegel[94]) über den Verkauf elektrischer Arbeit. Laudien[95]) hat eine Arbeit über ein neues Benutzungsstunden-Zählverfahren verfaßt. Sie enthält eine Methode zur angenäherten Bestimmung der von einem Abnehmer in Anspruch genommenen Werkskilowatt und darauf aufgebaute Tarife. Endlich sei noch eine Abhandlung von Eiler[96]) über Elektrizitätstarife erwähnt.

Die Erweiterung des Absatzgebietes. Loewe[97]) teilt seine siebenjährigen Erfahrungen mit Installationen gegen Ratenzahlungen in Straßburg mit. Dadurch ist dort selbst in den kleinsten Wohnungen ein Petroleummangel nicht bemerkbar geworden. Auch der bargeldlose Zahlungsverkehr[98]) hat sich in Straßburg gut bewährt. A. von Alkier[99]) untersucht in Anlehnung an die im JB 1916, S 75 erwähnte Arbeit von Klein die Frage, ob die Einführung von Installationserleichterungen den EW Vorteile bringt. Er kommt zu einem bejahenden Urteil und hält das Teilzahlungssystem für das zweckmäßigste. Gschwind[100]) macht Mitteilungen über die Vereinfachung des Zahlungsverkehrs der EW. — Es wird auch wieder vorgeschlagen[101]), die Ausnutzung der Werke durch Anfügen von Eisfabriken und damit verbundene Kühl- und Gefrieranlagen zu verbessern. Ferner wird die Einführung der el. Kirchenheizung empfohlen und als Musterbeispiel die protestantische Kirche in Horgen genannt. Sodann liegt ein Bericht[102]) über die Trockenanlagen im EW Zeitz vor.

Die Bundesbehörden der Schweiz hatten das Nachtbacken von Brot beschränkt. Dagegen haben sich der Schweiz. Elektrotechnische Verein und der Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke[103]) gewehrt und darauf hingewiesen, daß durch die Ausnutzung des Wasserkraftstromes

in etwa 6000 jetzt mit Kohle geheizten Bäckereien rund 125000 bis 200000 t Kohlen gespart werden können.

Zum Schlusse sei noch eine Arbeit von Clewell[104]) aus den Vereinigten Staaten erwähnt, in der lebhaft für den Anschluß von Industrieanlagen an Kraftwerke gesprochen wird. Clewell untersucht die wichtige Frage sowohl vom Gesichtspunkte des Fabrikanten, bei dem die Neigung zum Stromkauf immer wächst, als auch von dem des Kraftwerks. Er fordert die möglichste Einschränkung der Stromerzeugung im eigenen Fabrikbetriebe und ein richtiges Verhältnis der festgesetzten Belastung und des Belastungsfaktors zu den Stromkosten. Sodann macht er auf die Vorteile von gekauftem Strom wegen dessen größerer Zuverlässigkeit aufmerksam, weil das Kraftwerk den Strom als Spezialität erzeugt und die Ersparung des Kapitals für die eigene Erzeugungsanlage den Kredit vergrößert.

[1]) J. Hallinger, Die großen staatlichen Niederdruckwasserkräfte in Südbayern, deren Erschließung nach den Grundsätzen der größten Wirtschaftlichkeit und des kleinsten Massenaufwandes. Jos. C. Huber, Dießen vor München 1916. — Z. Ver. D. Ing. 1917, S 187, 209, 212. — [2]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 59. — [3]) N. Holz, R. Thomann, B. Gleichmann, Die Kraftanlagen am Walchensee. R. Oldenbourg, München und Berlin 1916. — [4]) Mattern, ETZ 1917, S 596. — [5]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 502. — [6]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 1008. — [7]) ETZ 1917, S 338. — [8]) Hansmann, El. Kraftbetr. 1917, S 41. — [9]) ETZ 1917, S 546. — [10]) O. von Miller, ETZ 1917, S 528. — [11]) ETZ 1917, S 558. — [12]) Mitt. Ver. EW 1917, S 1. — [13]) H. Büggeln, ETZ 1917, S 33. — El. Kraftbetr. 1917, S 46. — [14]) H. Büggeln, Technik und Wirtschaft 1917, S 320, 362, 533. — [15]) Voigt, Mitt. Ver. EW 1917, S 306. — [16]) B. Thierbach, Mitt. Ver. EW 1917, S 405. — [17]) B. Thierbach, Fernkraftpläne — Nahkraftwerke und Einzelkraftstätten, ihr Geltungsbereich und ihre gegenseitigen Grenzlinien. Julius Springer, Berlin 1917. — Mitt. Ver. EW 1917, S 405. — [18]) Voigt Mitt. Ver. EW 1917, S 407. — [19]) H. Spengel, ETZ 1917, S 127. — [20]) W. Hoffmann, ETZ 1917, S 229. — [21]) E. Biedermann, ETZ 1917, S 416. — [22]) von Eheberg, Mitt. Ver. EW 1917, Festschrift 1917. — [23]) Cl. Heiß, El. Anz. 1917, S 830, 835, 838, 843, 850. — [24]) El. Kraftbetr. 1917, S 299. — Elektrizitätswerk, 5. Jahrg., S 88. — Helios Exportz. 1917, S 807. — [25]) G. Soberski, El. Kraftbetr. 1917, S 15. — [26]) Theissig, Elektrizitätswerk, 4. Jahrg., S 197. — [27]) E. Schiff u. G. Soberski, El. Kraftbetr. 1917, S 18, 153. — [28]) Manke, El. Kraftbetr. 1917, S 196. — [29]) H. Aumann, ETZ 1917, S. 258. — [30]) R. Passow, Staatliche Elektrizitätswerke in Deutschland. Gustav Fischer, Jena 1916. — [31]) Max Ried, Gegenwart und Zukunft der Elektrizitätswirtschaft in Deutschland und Österreich. Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien 1917. — Z. Österr. Ing. Arch. Ver. 1917, S 123, 147. — El. Kraftbetr. 1917, S 140. — [32]) K. Zickler, El. Masch.-Bau 1917, S 258. — [33]) ETZ 1917, S 378. — [34]) El. Kraftbetr. 1917, S 273. — [35]) ETZ 1917, S 539. — [36]) W. v. Winkler, El. Masch.-Bau 1917, S 381. — [37]) F. Niethammer, El. Masch.-Bau 1917, S 125, 138. — El. Kraftbetr. 1917, S 140. — [38]) F. Niethammer, El. Masch.-Bau 1917, S. 537. — [39]) J. Roßhändler, Z. Öst. Ing. Arch. Ver. 1917, S 503. — ETZ 1917, S 488. — [40]) J. Roßhändler, El. Masch.-Bau 1917, S 585. — [41]) J. P. Manternach, ETZ 1917, S 373, 385, 403. — [42]) H. Roth u. S. P. Manternach, ETZ. 1917, S 490, 539. — [43]) El. World, Bd 67, S 302. — ETZ. 1917, S 439. — [44]) El. World Bd 70, S 422. — [45]) Electr. (Ldn.) Bd 79, S 814. — El. Rev. (Ldn.) Bd 81, S 151, 189, 215. — [46]) El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 426. — [47]) Sigurd Halden, El. Kraftbetr. 1917, S 211. — [48]) Borgquist, Teknisk Tidskrift 1917, Heft 15 u. 16. — [49]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 522. — [50]) H. Roth, ETZ 1917, S 501. — [51]) Bull. Schweiz. EV 1917, S 201. — Mitt. Ver. EW 1917, S 291. — [52]) ETZ 1917, S 12. — Elektrizitätswerk, 5. Jahrg., S30. — [53]) ETZ 1917, S 433. — Mitt. Ver. EW 1917, S 291. — El. Kraftbetr. 1917, S 252. — [54]) Klein, Mitt. Ver. EW 1917, S 79. — [55]) Schwagmeier, Mitt. Ver. EW 1917, S 392. — [56]) Crome, Der Konzessionsvertrag und seine Ausführung im Kriege. Aus Arch. f. d. Civil. Praxis. Bd 115, S 1. J. C. B. Mohr, Tübingen 1917. — [57]) Eckstein, Mitt. Ver. EW 1917, S 201. — [58]) Martens, Mitt. Ver. EW 1917, S 108. — [59]) Mitt. Ver. EW 1917, S 274. — [60]) El. Masch.-Bau 1917, Anh. S 234. — [61]) El. Kraftbetr. 1917, S 191. — [62]) ETZ 1917, S 541. — Mitt. Ver. EW 1917, S 366. — [63]) Gefelek, El. Kraftbetr. 1917, S 135. — [64]) ETZ 1917, S 359. — [65]) Wyßling, Bull. Schweiz. EV 1917, S 164. — ETZ 1917, S 429. — El. Kraftbetr. 1917, S 235. —

[66]) Thierbach, ETZ 1917, S 391. — [67]) Fr. Schmidt, ETZ 1917, S 419. — [68]) A. Korff u. Fr. Schmidt, ETZ 1917, S 590. — [69]) Ludwig Fehér, El. Masch.-Bau 1917, S 213. — [70]) El. Kraftbetr. 1917, S 110. — [71]) Bundesratsbeschluß und Kreisschreiben des Volkswirtschaftsdepartements, Bull. Schweiz. EV 1917, S 306 bis 308. — El. Kraftbetr. 1917, S 273, 274. — [72]) ETZ 1917, S 539. — [73]) ETZ 1917, S 539. — [74]) ETZ 1917, S 528. — [75]) El. World Bd 70, S 969. — [76]) El. World Bd 69, S 410. — ETZ 1917, S 498. — [77]) W. N. Neibich, El. World Bd 70, S 148. — ETZ. 1917, S 568. — [78]) ETZ 1917, S 353. — [79]) Voigt, Mitt. Ver. EW 1917, S 9. — [80]) G. Klingenberg, Mitt. Ver. EW 1917, S 37. — [81]) N. Caro, Mitt. Ver. EW 1917, S 327. — [82]) G. Klingenberg, ETZ 1917, S 600. — [83]) J. A. Robertson, El. Rev. (Ldn.) Bd 81, S 5. — [84]) ETZ 1917, S 141. — [85]) El. Masch.-Bau 1917, S 301. — [86]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 362. — [87]) E. Dolensky, Über die vollkommene Auflösung der Kohle. Verlag der Dellwigk-Fleischer Wassergas-Ges. m. b. H., Frankfurt a. M. 1917. — [88]) Norberg-Schulz, ETZ 1917, S 137. — [89]) L. Rosenbaum, El. Masch.-Bau 1917, S 105. — [90]) A. Jung, Der Zeitzählertarif. Julius Springer, Berlin 1916. — El. Kraftbetr. 1917, S 123. — [91]) Nicolaisen, Mitt. Ver. EW 1917, S 144. — [92]) A. Korff, ETZ. 1917, S 353. — Mitt. Ver. EW 1917, S 317. — [93]) A. Storck u. Korff, ETZ 1917, S 479. — [94]) G. Siegel, Der Verkauf elektrischer Arbeit. Julius Springer, Berlin 1917. — [95]) K. Laudien, Ein neues Benutzungsstunden-Zählverfahren. Julius Springer, Berlin 1917. — Helios Fachz. 1917, S 225. — [96]) K. Eiler, Helios Fachz. 1917, S 241, 249. — [97]) Loewe, Mitt. Ver. EW 1917, S 103. — [98]) Mitt. Ver. EW 1917, S 194. — [99]) A. von Alkier, Mitt. Ver. EW 1917, S 241. — El. Masch.-Bau 1917, S 515. — El. Anz. 1917, S 813, 821, 824, 838. — [100]) Gschwind, Mitt. Ver. EW 1917, S 301. — [101]) Mitt. Ver. EW 1917, S 332. — [102]) Mitt. Ver. EW 1917, S 337. — [103]) Bull. Schweiz. EV 1917, S 159. — ETZ 1917, S 588. — [104]) C. E. Clewell, El. World Bd 70, S 901.

Kraftquellen.

Von Ingenieur Eugen Eichel.

Wasserkraft.

Die außerordentliche Steigerung des Luftverkehrwesens, sei es in Gestalt von Land- und Marineflugzeugen oder Luftschiffen, zwang zu gesteigerter Beobachtung des Wind- und Wetterwesens, der Formgebung von Triebwerksteilen und dürfte in der Friedenszeit, rückwirkend, die Bauart von Windrädern und Windturbinen befruchtend beeinflussen. Vorerst sind die vorhandenen kleinen Windturbinenanlagen in Verbindung mit Wasserspeichern, el. Licht- und Kleinkraftwerken gegenüber anderen Kraftwerken in solcher Minderheit, daß sie praktisch nur eine sehr geringe Rolle spielen. Auch hier macht sich, wie beim Wasserkraftwerk, das großzügige Bestreben der neuzeitigen Technik bemerkbar, die vorhandenen Naturkräfte nach Möglichkeit in größeren Einheiten vereinigt zu einer Großkraft zusammengefaßt derart zu verwerten, daß unter geringsten Anlagekosten ein hoher Wirkungsgrad gewährleistet wird, der auch zeitweilig auftretenden außerordentlichen Anforderungen zwanglos gerecht werden kann. Bisher verursachen die Unstetigkeit des Windes und das Rechnen mit den alle Bauteile stark beanspruchenden Stürmen so erhebliche Anlagekosten, daß überall, wo nicht besondere Verhältnisse vorliegen, die Windkraft als Kraftmittel ausscheidet. Auch die meisten Wasserkraftanlagen leiden in hohem Maße an der Unstetigkeit der über das Jahr verteilt jeweilig verfügbaren Wassermengen bei verschiedenen Gefällhöhen und erfordern auf viele Jahre zurückgeführte Feststellungen, um Fehler im Bauentwurf zu vermeiden, um geeignete Unterlagen für die Größe der fast immer erforderlichen Stauwerke und Stauweiher zu gewinnen, abgesehen von den geologischen Untersuchungen und Probebohrungen, die dem Bau des Kraftwerks und seiner Wasserhaltungen vorausgehen müssen.

Es nimmt daher kein Wunder, daß Groß-Wasserkraftanlagen nur von außerordentlich kapitalkräftiger Seite ausgeführt werden können, und zwar

auf Grund von jahrelangen Vorstudien. Der Bauanschlag wird trotzdem meistens erheblich überschritten, und auch bezüglich der Unterhaltungs- und Betriebskosten stellen sich unvorhergesehene Posten ein, die die Wirtschaftlichkeit der ganzen Anlage auf viele Jahre hinaus unsicher gestalten. Demgemäß verlangen die Unternehmungen, welche große Wasserkräfte ausbauen, sehr lange Konzessionsdauer, um die in der Anfangszeit zu erwartenden Verluste tilgen zu können und das ganze Unternehmen schließlich zu einem gewinnreichen zu gestalten.

Dem sozialen Empfinden widerspricht aber die lange Konzessionsdauer, und so sehen wir Gemeinden und Staaten sich von vornherein mehr und mehr dem Bau ihrer verfügbaren Wasserkräfte widmen, sei es durch eigenen Ausbau oder durch umfangreiche Beteiligung an den den Ausbau betreibenden Privatunternehmungen.

Am weitesten gediehen ist die Wasserkraftausnutzung in Amerika. Dreiviertel aller von Elektrizitätswerken der Vereinigten Staaten erzeugten Energie wird von 41 großen Gesellschaften geliefert und überwiegend unter Ausnutzung von Wasserkräften gewonnen. So betrug die Gesamterzeugung der Vereinigten Staaten im Jahre 1916 rd. 17,5 Milliarden kWh, wovon 15,5 Milliarden auf die erwähnten 41 Gesellschaften entfielen. Der Zuwachs der Elektrizitätserzeugung von 1915 auf 1916 belief sich dabei auf rd. 2 Milliarden kWh und wurde überwiegend in den Großkraftwerken erzeugt, die die dem Stillen Ozean zufließenden Ströme ausnutzen. Die gewaltigen, die Niagarafälle ausnutzenden Kraftwerke auf der amerikanischen Seite des Niagarflusses unterstehen der amerikanischen staatlichen Aufsicht, und für die 75000 kW, welche von der kanadischen Seite als el. Energie in Amerika eingeführt werden, muß der amerikanische Staat die Bürgschaft übernehmen, daß sie nur kriegswirtschaftlichen Zwecken dienstbar gemacht werden. Auf der kanadischen Seite des Niagaraflusses beginnen die Fernleitungen für 100 kV, mit denen die Provinz Ontario durch die Hydro-electric Power Commission mit Strom versorgt wird.

Über die größte deutsche Wasserkraftausnutzung, die des Walchensees, erschien eine umfangreiche Denkschrift, in welcher die preisgekrönten Entwürfe des Wettbewerbes veröffentlicht wurden, der im Jahre 1908 von der bayerischen Regierung zur Gewinnung von ausführlichen Entwürfen mit Kostenanschlägen zur wirtschaftlichen Ausnutzung der Wassermengen und Gefälle im Isar- und Walchenseegebiet bis zum Kochelsee veranstaltet worden war. Die Veröffentlichung erfolgte im Auftrage der Preisträger mit Genehmigung der Kgl. Bayer. Staatsministerien des Innern und für Verkehrsangelegenheiten durch N. Holz, R. Thomann und B. Gleichmann (Verlag R. Oldenbourg, München)[1]).

Den Großkraftanlagen Bayerns am Walchensee gesellte sich allerdings die der Initiative der Privatindustrie und des Privatkapitals ihren Ursprung verdankende „Bayerische Wasserkraft-Arbeitsgemeinschaft" zu[2]), doch kam das staatliche Großkraftwerk Badens, „das Murgkraftwerk", im Jahre 1917 in Betrieb[3]). Die staatliche Elektrizitätsversorgung in Sachsen wurde von beiden Kammern angenommen[4]), bietet jedoch nur geringe Gelegenheit zur Wasserkraftausnutzung, von denen eine allerdings, die dem Freiberger Bergbau angegliedert ist, weniger ihrer Größe als ihrer Betriebseigenheit wegen bemerkenswert ist. In ganz besonders großem Umfange wurde dagegen die Wasserkraftausnutzung auch während des Krieges in der Schweiz und in den skandinavischen Ländern betrieben. In der Schweiz machte besonders die Wasserkraftausnutzung der Aare im Anschluß an die bereits bestehenden Kraftwerke der Bernischen Kraftwerke A.-G. in Bern Fortschritte[5]), auch wurde der Organisation zur gegenseitigen Aushilfe und Verwertung von Überschußenergie schweizerischer Wasserkräfte, sog. Abfallkraft, große Aufmerksamkeit gewidmet[6]). Ein schweizerisches Bundesgesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte trägt den neuzeitlichen Anschauungen Rechnung, die privaten Betriebe der Verstaatlichung entgegenzuführen bzw. von vornherein dem Staat weitgehende Rechte im hydroelektrischen Kraftwesen zu sichern[7]).

Die Ausnutzung der staatlichen Wasserfälle Schwedens bildeten den Gegenstand eines ausführlichen Vortrages von Borgquist[8]), während die Versorgung Stockholms durch städtische Kraftwerke erfolgt, von denen das neue, am Untrafall gelegene, die Wasserkraft des Daläif ausnutzt[9]).

Über die Entwicklung der elektrischen Kraftanlagen in Norwegen unter besonderer Berücksichtigung der Wasserkraftanlagen, die sich der Staat seit dem Jahre 1894 von den Grundeigentümern erwarb, berichtet Hansmann[10]) und bemerkte, daß die Gesamtleistung der Wasserkraftwerke von 550000 kW im Jahre 1913 um 200000 kW bis Ende 1916 zunahm, also auf etwa rd. 750000 kW gestiegen sein dürfte. Innerhalb von 50 Jahren wird mit einer Zunahme auf 4000000 kW gerechnet werden dürfen, um so mehr, als der Staat mehr und mehr die Elektrisierung der Vollbahnen betreibt[11]), um Norwegen von der bisher erforderlichen Einfuhr von Kohlen aus dem Ausland zu entlasten und Norwegen dementsprechend politisch unabhängiger und wirtschaftlich stärker zu machen.

Von Interesse ist auch das Bestreben Islands, sich durch Ausnutzung seiner Wasserkräfte von der Kohleneinfuhr unabhängig zu machen[12]). Ebenso wird über Wasserkraftausnutzung in Spanien[13]), Portugal[14]), besonders aber auch in Italien[15]) in Verbindung mit elektrochemischen und elektrometallurgischen Anlagen sowie mit der Elektrisierung der Staatsbahn berichtet. Im befreundeten Österreich wird die Elektrisierung Steiermarks in Verbindung mit dem Ausbau seiner Großwasserkraftanlagen auf gemischt wirtschaftlicher Grundlage erfolgen[16]).

Einheitlich in der ganzen Welt spielt jetzt im Kriege die Wasserkraftausnutzung eine ganz besonders große Rolle infolge der Schwierigkeit, für Wärmekraftwerke die erforderlichen Brennstoffe und hochwertigen Schmieröle in genügenden Mengen, zum erforderlichen Zeitpunkt und zu einigermaßen erschwinglichem Preise zu erhalten, wobei noch ganz davon abgesehen werden muß, um welche Qualität der gelieferten Stoffe es sich handelt. Trotz der für Wasserkraftwerke zurzeit günstigen Wirtschaftslage muß doch, im Interesse der Zukunft, ständig an der Verbesserung der Erstellungskosten und des Wasserverbrauches der Kraftmaschinen gearbeitet werden. Einen erheblichen Fortschritt in dieser Beziehung bedeutet das Bestreben, auch mit der Umlaufzahl der Wasserturbinen in die Höhe zu gehen, wie dies von Kaplan[17]) vorgeschlagen wird. Schnellaufende Wasserturbinen benötigen geringe Grundfläche, ermöglichen die Verwendung entsprechend vorteilhafterer Dynamomaschinen und gestalten dadurch sowohl den Bau des Kraftwerkes wie die Anlagekosten der Kraftmaschinen bedeutend günstiger, verringern hiermit die laufenden Abschreibungskosten und können somit den Ausbau von solchen Wasserkräften noch wirtschaftlich erscheinen lassen, der mit den üblichen langsamlaufenden Maschinen kaum ratsam wäre. Die Zukunft wird aber vom Ingenieur noch mehr als bisher verlangen, daß seine Werke nicht nur technisch hervorragend, sondern vor allem auch wirtschaftlich vorbildlich sind. Das überaus schwierige Gebiet des Wasserkraftausbaus verlangt ein besonders hohes Maß von technischen, Wirtschafts- und Rechtskenntnissen. Es ist meist verknüpft mit der Lösung einer großen Anzahl von Fragen, die mit dem eigentlichen Bau des Wasserkraftwerkes nur dadurch im Zusammenhang stehen, daß erst durch ihre gemeinsame Behandlung der Bau des Kraftwerkes wirtschaftlich möglich wird. Regelung wilder Flußläufe, Verbesserung von Flößerei und Schiffahrtsverhältnissen, Be- und Entwässerung anliegender Gebiete und vieles mehr gehen Hand in Hand mit der Elektrizitätserzeugung. Hierzu treten dann Landmeliorationen, Ausbau der Landstraßen und Bahnverbindungen, Besiedlung sonst brachliegender Ländergebiete durch Landwirtschaft und Industrie. Gegenüber diesen großzügigen Wasserkraftausnutzungen treten naturgemäß die Kleinanlagen an allgemeiner Bedeutung stark zurück. Trotzdem haben auch sie so lange ihre Berechtigung, wie eine durchgreifende Wasserwirtschaft noch nicht zentralisierend eingriff. Leider sind jedoch viele derartiger Kleinkraft-

anlagen ein großes Erschwernis für die endgültige Errichtung des Großkraftwerkes. Hier erleichtert allerdings die im Anschluß an das Großkraftwerk geplante Elektrisierung des ganzen Interessengebietes die Abfindung der kleinen Werksbesitzer durch Ersatz der Wasserkraft in Gestalt von elektrischer Kraft großer Stetigkeit und steter Betriebsbereitschaft auch unter widrigen Witterungs- und Wasserverhältnissen. Meist leidet ja gerade die kleine Wasserkraft unter sehr unbeständigen Wasserverhältnissen, während das Großkraftwerk durch umfangreiche Speicher für Stetigkeit innerhalb gewisser Grenzen Sorge tragen kann, deren Bau sich bei kleinen Betrieben nicht lohnt. Trotzdem kommen beide ohne thermische Aushilfsanlagen kaum aus. So entsteht denn bereits beim Entwurf die Frage: Lohnt es sich, die Wasserkraft auszubauen oder empfiehlt es sich, ein rein thermisches Werk zu bauen?

Die Dampfkraft.

Je länger der Krieg andauert, um so mehr werden die Wirtschaftlichkeitsberechnungen der Friedenszeiten über den Haufen geworfen. Die Brennstoffpreise sind in der ganzen Welt außerordentlich in die Höhe gegangen. Über die Kohlennot des Auslandes und die Kohlenverhältnisse Deutschlands berichtet Goldreich[18]) vergleichsweise in einer Arbeit: „Eisenbahn und Kohlenbergbau im Lichte der Volkswirtschaft.“ In Kohle besitzt Deutschland, im Gegensatz zur Wasserkraft des Auslandes, einen unermeßlichen Schatz heimischen Bodens. Seine sparsamste Verwendung zwingt aber zum Erforschen der Kohle und ihrer Bestandteile. Dem widmen sich jetzt eine große Anzahl von bedeutenden wissenschaftlichen Instituten und Fachvereinen. Die Ausnutzung der Kohle bei ihrer Verbrennung, Entgasung und Vergasung besprach in einem Vortrage des Vereins deutscher Maschineningenieure de Grahl[19]). Auf die interessanten Arbeiten, die die chemische Auswertung der Brennstoffe durch die Nebenproduktenwirtschaft behandeln, wird bei der Besprechung der Kraftwerke selbst eingegangen werden. Während die Technik ihrerseits bereits bemüht blieb, bezüglich der Anpassung ihrer Betriebe an die vorhandenen Brennstoffe das Möglichste zu leisten, ergoß sich ein Sturzregen von gesetzgeberischen Maßnahmen in der ganzen Welt auf alle Betriebe zum Zwecke, den Kohlenverbrauch als solchen nach Möglichkeit einzuschränken.

Von bleibendem Werte auch für die Zukunft dürften die Maßnahmen der schweizerischen Regierung sein. Die Schweiz, die mit Bezug auf Brennstoffe fast ausschließlich auf die Einfuhr, überwiegend aus Deutschland, angewiesen ist, stützt sich nach Möglichkeit auf die Elektrizitätserzeugung mittels ihrer Wasserkraftanlagen[20]). Mehr und mehr sucht sie jedoch auch vorhandene Torflager aufzuschließen. Ähnlich geht es Italien und den skandinavischen Ländern. Auch Rußland greift, wie die vorerwähnten Länder, zum Kohlenersatz, kann sich dabei aber, wie Schweden und Norwegen, nebenbei noch mit Holz helfen, das wieder in großen Mengen verbrannt oder auch zu Schwelgas verarbeitet wird. Die Gaswerke sind schwer notleidend an Kohle und geben als Nebenprodukt Koks an die Elektrizitätswerke ab, die sich bemühen, ihre eigene Kohlenration mit diesem Koks zu strecken, um in der Lage zu sein, den elektrischen Strom an die vielen Abnehmer abgeben zu können, die während des Krieges von der Petroleum- und Gas- zur el. Beleuchtung übergegangen sind. Der Kleingasmotor verschwindet immer mehr aus der Industrie und wird durch den el. Motor ersetzt, der ja auch in großem Umfange vom Gaswerke zum Antriebe der Hilfsmaschinen verwendet wird. Der Großgasmotor, der es ermöglicht, die verhältnismäßig armen Gichtgase der Hochofenwerke und die Koksofengase der Hüttenwerke und Großzechen unmittelbar zur Elektrizitätserzeugung zu verwenden, liegt im starken Wettbewerb mit der Dampfturbine. Über das Koksgasmaschinen-Kraftwerk der Zeche Zollverein und Schacht III/X, erbaut von Haniel & Lueg, berichtete an Hand ausführlicher Abbildungen H. Wiegleb[21]). Im Vergleich zum Dampfbetrieb erfordert die Gasmaschine bedeutend aufmerksamere Bedienung und sorgfältigste Wartung. Vielfach

wird sich daher das Verbrennen des Gases im Kessel, ev. angereichert durch Schwelgase von Sägespänen oder sonstigem Holz, auch Torf, wirtschaftlicher gestalten. Grund und Boden, Wasser und Bahnanschluß, Art und Umfang der el. zu versorgenden Betriebe werden immer bestimmend darauf einwirken, welche Brennstoffe Verwendung finden sollen und was für Kraftmaschinen von Fall zu Fall die vorteilhaftesten sind. Liefern kann die deutsche Maschinenindustrie sowohl die Gasmaschine wie die Dampfturbine; leider noch nicht die Gasturbine, deren endgültige Entwicklung eine außerordentliche Steigerung der Verwendung gasförmiger Brennstoffe mit sich bringen würde.

[1]) ETZ 1917, S 596. — [2]) El. Kraftbetr. 1917, S 299. — [3]) ETZ 1917, S 287, 340. — [4]) El. Kraftbetr. 1917, S 15. — [5]) El. Kraftbetr. 1917, S 300. — [6]) ETZ 1917, S 41. — El. Kraftbetr. 1917, S 13. — [7]) ETZ 1917, S 285. — [8]) Borquist, El. Kraftbetr. 1917, S 211. — [9]) El. Kraftbetr. 1917, S 97, 105, 117. — [10]) Hansmann, El. Kraftbetr. 1917, S 41. — ETZ 1917, S 9. — [11]) Glasers Ann. Bd 80 S 87. — [12]) El. Kraftbetr. 1917, S 315. — [13]) ETZ 1917, S 62, 78. — [14]) El. Kraftbetr. 1917, S 315. — [15]) ETZ 1917, S 338. — El. Kraftbetr. 1917, S 221. — [16]) El. Kraftbetr. 1917, S 300. — Z. Österr. Ing. Arch. Ver. 1917, S 503. — [17]) Kaplan, El. Masch.-Bau 1917, S 393. — Z. Öst. Ing. Arch. Ver. 1917, S 473, 485, 497. — [18]) Goldreich, Z. Öst. Ing. Arch. Ver. 1917, S 651. — [19]) de Grahl, El. Kraftbetr. 1917, S 126. — Glasers Ann. Bd 80, S 145. — [20]) El. Kraftbetr. 1917, S 273, 274. — [21]) Wiegleb, Glasers Ann. Bd 80, S 125.

Einrichtungen des Kraftwerkes.

Von Ingenieur Eugen Eichel.

In vergrößertem Maße bildete das dritte Kriegsjahr einen Prüfstein auf Güte und Zweckmäßigkeit der Einrichtungen bereits aus Friedenszeit stammender oder während des Krieges errichteter Kraftwerke. Alle Betriebsstoffe, die aus Friedenszeit stammten, gingen auf die Neige, neue waren nicht oder nur in minderer Güte und in unzureichender Menge erhältlich. Mit ungeübtem Personal und Kriegsersatzstoffen bei teilweise niedergebrochenen, teilweise übermäßig belasteten Maschinen erwies sich am vorteilhaftesten der Betrieb, welcher von vornherein großzügig entworfen und in seinen Hilfsmitteln auf starke Überlastbarkeit ausgebaut worden war. Hohe Betriebssicherheit und gute Wirtschaftlichkeit ergibt sich jetzt für diese Werke im Gegensatz zu denen, die auf allzu hohen Wirkungsgrad bei genau eingehaltenem Belastungsprogramm berechnet worden waren. Bei den Hebe- und Transportzeugen beginnend, die zunächst der Errichtung später der Untersuchung und der Instandsetzung ev. beschädigter Maschinen dienen müssen, denen die Zufuhr der Brennstoffe und die Abfuhr der Brennstoffrückstände[1]) obliegt, erweist sich die richtige Sparsamkeit des weitblickenden Ingenieurs und Baumeisters. Das behelfsmäßige Rüstzeug ist längst gut durchgeführtem Hebezeug gewichen, dessen Eigenart bereits beim Bau des Kraftwerkes berücksichtigt werden muß. Je umfangreicher die Kesselanlage ist, je schneller die Dampfturbine läuft, um so notwendiger erweisen sich alle technischen Hilfsmittel, die geeignet sind, Menschenkraft durch stark überlastbare, stets verfügbare Maschinenkraft zu ersetzen. Im Innern und Äußern weist der Bau des Kesselhauses mit seinem guten natürlichen Tageslicht und reichlichen künstlichen Nachtbeleuchtung darauf hin, daß der thermische Prozeß, dem Fortschritt der Zeit folgend, an Zweckmäßigkeit und Reinlichkeit dem Maschinenhausbetrieb nicht weit nachzustehen braucht. Die natürliche Geschicklichkeit und Erfahrung der durch Fachschulen vorgebildeten Heizer wird unterstützt durch die Einrichtungen, welche es ermöglichen, den Zustand der Rauchgase fortlaufend abzulesen und im Bild festzuhalten, durch selbsttätige Speisewasser-Meßvorrichtungen, selbsttätige Kohlenwagen u. dgl. Die Speisewasserreiniger, Pumpen und Vorwärmer, Ventilatoren zur Erzeugung künstlichen Zuges u. dgl. werden als vollgültige Anlageteile gut

übersichtlich angeordnet. Neben hoher Dampftemperatur spielt die Erhöhung der Dampfdrucke eine große Rolle im Verhältnis der Rauminanspruchnahme des Kesselhauses mit seinen Rohrleitungen und der des Maschinenraumes mit seinen gedrungenen schnellaufenden Krafteinheiten. Hier hat die deutsche Technik trotz der erheblichen Schwierigkeit der Beschaffung der zweckentsprechendsten Baustoffe den Ruhm, die größten Krafteinheiten von 60000 kVA bei 1000 Umdr./min in Bau genommen zu haben. In Amerika bemerkenswert ist der Ausbau der Kraftwerke mit Dampfturbinen, die jetzt mit dem bisher üblichen Dampfdruck betrieben werden, die aber so ausgeführt sind, daß sie später, für gesteigerte Leistung, mit erhöhtem Dampfdruck betrieben werden können. Auch die Kesselanlagen sind auf derartige Zukunftsanforderungen zugeschnitten. Dabei ist man bestrebt, den thermischen Wirkungsgrad durch immer gesteigerte Einzelleistung je Kessel zu fördern und kommt dabei notgedrungen zur Verwendung von Doppelrostanordnungen bzw. von Feuerungen, die von der Vorder- und Rückseite des Kessels aus bedient werden müssen[2]). Neben den flachen und schrägen Kettenrosten[3]) und Schrauben-Unterschubfeuerungen, wie sie auch in Deutschland beliebt sind, tritt neuerdings das Bestreben auf, von der Kohlenstaubfeuerung[4]) Gebrauch zu machen. Auch in Amerika, wo bisher die Kohlenpreise gegenüber Deutschland meist sehr vorteilhaft waren, wird mehr und mehr auf Wirtschaftlichkeit der Kesselanlage Wert gelegt. Daneben wird jedoch als besonders wichtig die Möglichkeit angesehen, schnell Dampf aufmachen zu können und auch starken Belastungsstößen gerecht zu werden, ohne die Kraftmaschinen durch überkochendes Wasser zu gefährden. Ein Hilfsmittel sind dem Großwasserraum des Kessels vorgelagerte Warmwasser-Vorratsbehälter, die auch in England Verwendung fanden und durch Abdampf bzw. Frischdampf ständig erwärmte erhebliche Wassermengen zur sofortigen Warmwasserspeisung der Kessel bereit halten. Bei Wasserkraftanlagen in Verbindung mit Dampfkraftwerken zum Decken der Spitzenlast hat man auch daran gedacht, eine derartige Speisewasservorwärmung auf el. Wege erfolgen zu lassen. Einen Sonderfall auf diesem Gebiete bilden eingehende Versuche und Berechnungen schweizerischer Fachleute über die Verwendung elektrischer Abfallkraft im Bahnbetrieb zum Heizen und Vorwärmen des Speisewassers von Dampflokomotiven[5]). Bekanntlich sind in amerikanischen elektrischen Vollbahnlokomotiven, z. B. denen der New York Central Bahn, el. geheizte Dampfkessel zur Versorgung der Durchgangheizung des Zuges seit einer Reihe von Jahren in zufriedenstellendem Betriebe. El. beheizte Dampfkessel dürften vorerst noch kaum wirtschaftlich sein. Sie finden sich allerdings bereits in kanadischen und skandinavischen Papierstoffabriken, deren Betrieb elektrisch erfolgt, und zwar unter Ausnutzung sehr billiger Wasserkräfte. Die Abfallkraft el. Kraftwerke und Koks[3]) sowie die Abfallbrennstoffe von Gruben und Hüttenwerken, von Koksgrus der Gasanstalten bezw. Lösche der Vollbahnlokomotiven, von Sägewerken[6]) und anderen industriellen Anlagen, mußten mehr noch als im Frieden im Verlauf des Krieges zweckentsprechend ausgenutzt werden[7]). Anders als im Frieden, wo die reinen Wirtschaftsfragen zur Brennstoffersparnis zwangen, erfordert der Krieg die sparsame Verwendung des Brennstoffs als schwer erhältlichen Stoff, selbst wenn die Brennstoffersparnis verknüpft ist mit technischen Maßnahmen, deren Durchführung so erhebliche Geldmittel erfordert, daß man sie im Frieden aus Gründen der Kohlenersparnis nicht aufgewendet hätte. Aber nicht nur die Frage der möglichen Ersparnis von Brennstoffen, sondern vielmehr der Zwang, in den vorhandenen Anlagen für sie ganz ungeeignete Brennstoffe verbrennen zu müssen, gab Anlaß zu eingehenden Studien der ganzen Feuerungstechnik, zu Fragen, ob es nicht zweckmäßig sei, den Elektrizitätswerken chemische Fabriken anzugliedern, und zwar von solchen Größenwerten, daß im Grunde genommen die Erzeugung des el. Stromes im Gesamtbild der Anlage zurücktritt gegenüber dem mächtigen Betriebe, dem es obliegt, die Brennstoffe zu vergasen und ihre Nebenprodukte in Chemikalien überzuführen, welche die Landwirtschaft, die Industrie, Heer und Flotte notwendig gebrauchen. Im engen Zusammenhang

mit diesen Fragen flammt maschinentechnisch der Widerstreit auf zwischen der Zweckmäßigkeit der Befeuerung der Kessel durch Kohle direkt oder durch Gas, unter Umständen des gemischten Betriebes durch Kohle und Gas[8]), je nachdem der eine oder der andere Brennstoff jeweilig verfügbar ist, des Wunsches, statt der Umsetzung der aus der Kohle gewonnenen Wärme über die Dampferzeugung in Dampfturbinen die direkte Verbrennung der Gase in Gasmotoren oder der idealeren Verbrennungsmaschine der Zukunft, der Gasturbine, erfolgen zu lassen. In noch weiterer Ferne leuchtet das Ideal der direkten Umsetzung der chemischen oder kalorischen Energie der Brennstoffe in el. Energie unter Vermeidung dynamoelektrischer Maschinen. Der Wichtigkeit und der hohen Bedeutung dieser Fragen entsprechend, entstand eine Anzahl sehr kapitalskräftiger, bedeutender Studiengesellschaften aus der Industrie heraus, und befaßten sich die führenden Fachverbände und Vereine auf ihren Jahresversammlungen ganz besonders eingehend mit der Frage der Kohlenvergasung und Nebenproduktengewinnung in Verbindung mit der Erzeugung el. Energie. De Grahl sprach im Verein deutscher Maschinen-Ingenieure über die Ausnutzung der Kohle bei ihrer Verbrennung, Entgasung und Vergasung[9]). Klingenberg[10]) besprach im Verein Deutscher Ingenieure einen Teil eines Gutachtens, das er im Auftrage des Deutschen Verbandes technisch-wissenschaftlicher Vereine auf Veranlassung des Reichsschatzsekretäres ausgearbeitet hatte: Über die chemische Auswertung der Brennstoffe durch die Nebenproduktenwirtschaft, und zwar unter besonderer Bezugnahme auf die Wirtschaftlichkeit von Nebenproduktenanlagen für Kraftwerke. Er kam dabei zu dem Schluß, daß sich derartige Anlagen bei dem heutigen Stande der Technik nur empfehlen, wenn es sich um sehr wenige, außerordentlich große, günstig gelegene Werke handele. Die Frage ihrer Wirtschaftlichkeit sei aber eng verknüpft mit dem Wirtschaftsmarkt für die gewonnenen Nebenprodukte, deren Preis ja kein stetiger ist, sondern nach dem Gesetz von freiem Angebot und Nachfrage außerordentlich schwankt. Auch in der Hauptversammlung der Vereinigung der Elektrizitätswerke, die mit dem Jubiläum des 25jährigen Bestehens der Vereinigung zusammenfiel, bildeten dieselben Fragen den Gegenstand des Vortrages von Kreyssig[11]). Es wurde auch von der Vereinigung ein besonderer Kohlenverwertungsausschuß unter dem Vorsitz von Bannwarth eingesetzt, mit dem Auftrage, die Fragen der Entgasung bzw. Vergasung der Brennstoffe unter Verwertung der Nebenprodukte laufend zu bearbeiten. Alle an diesen Fragen gemeinsam interessierten Kreise fanden sich schließlich unter Mitwirkung der Regierung am 5. Dezember 1917 im Bundesratssaal des Reichsamtes des Inneren in Berlin zusammen und gründeten die Brennkraft-technische Gesellschaft. Auch in Österreich wurde wenige Tage darauf zum gleichen Zwecke ein Institut für Kohlenvergasung und Nebenproduktengewinnung von maßgebenden österreich-ungarischen Interessenten gegründet. Neben diesen grundlegenden Fragen des Kraftwerkbaues und seiner Zukunft spielten die Einzelfragen eine geringe Rolle, insbesondere unter Berücksichtigung des Berichtes über die Kraftwerkseinrichtungen, welcher im JB 1916 erstattet wurde.

[1]) ETZ 1917, S 26. — [2]) ETZ 1917, S 224. — [3]) Mitt. Ver. EW 1917, S 258, 263. — Z. Ver. D. Ing. 1917, S 721, 766, 787, 819, 951. — Electr. (Ldn.) Bd 79, S 423, 424. — [4]) El. Rev. (Ldn.) Bd 81, S 342. — [5]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 641, 702. — Schweiz. Bauztg. Bd 70, S 5, 33, 34. — El. Kraftbetr. 1917, S 262. — [6]) El. World Bd 69, S 697. — [7]) ETZ 1917, S 151. — El. Masch.-Bau 1917, S 508. — El. World Bd 69, S 1105. — Electr. (Ldn.) Bd 79, S 438, 462. — [8]) Electr. (Ldn.) Bd 79, S 427, 433, 436; Bd 80, S 307. — El. World Bd 70, S 52. — [9]) De Grahl, El. Kraftbetr. 1917, S 126. — [10]) Klingenberg, ETZ 1917, S 600. — El. Kraftbetr. 1917, S 349. — [11]) Kreyssig, ETZ 1917, S 579.

Ausgeführte Anlagen und Statistik der Elektrizitätsversorgung.

Von Dr. Bruno Thierbach.

Der nachstehende Bericht gibt kein zutreffendes Bild von den im letzten Jahre in Deutschland tatsächlich geschaffenen größeren Anlagen, da die meisten und bedeutendsten unter ihnen im Interesse der Rüstungs- und Ernährungsindustrie entstanden, Veröffentlichungen über sie aus naheliegenden Gründen aber unterlassen worden sind; auch die Berichte aus dem Auslande sind in diesem Jahre besonders lückenhaft, weil die ausländischen Zeitungen und Zeitschriften noch schwieriger und seltener als in den ersten Kriegsjahren zu erhalten waren.

Deutschland.

Von bereits im Betrieb befindlichen Anlagen zur Elektrizitätserzeugung finden sich ausführlichere Beschreibungen mit Abbildungen und Plänen von den Kraftwerken des kommunalen EW Mark[1]) und der Gas-, Wasser- und EW Godesberg[2]), sowie eine Zusammenstellung der genossenschaftlichen Überlandwerke der Provinz Sachsen mit Tabellen und Verbrauchskurven[3]).

Von dem wichtigsten süddeutschen Projekte, dem Walchensee-Kraftwerke, ist freilich noch kein Baubeginn, wohl aber die endgültige Vergebung der wichtigsten Wasserbauarbeiten durch das bayerische Staatsministerium zu berichten[4]). Die übrigen bedeutenden bayerischen Projekte befinden sich noch auf der Stufe der Vorbereitung, doch ist durch die Gründung der „Bayerischen Wasserkraft-Arbeitsgemeinschaft" und Zusammenschluß der interessierten Gesellschaften[5]) ein wesentlicher Fortschritt zu verzeichnen.

Von Beschreibungen bestehender beachtenswerter Anlagen für die Anwendung der Elektrizität auf den verschiedenen Industriegebieten seien folgende erwähnt:

Die elektrische Anlage des Kgl. Steinkohlenbergwerkes Zauckerode b. Dresden mit Abbildungen, Schaltschemas und Leistungsdiagrammen[6]); die elektrischen Betriebe im Erdölgebiet des Unterelsaß mit Abbildungen und Diagrammen; es wird der Nachweis geführt, daß sowohl in betriebstechnischer wie in wirtschaftlicher Hinsicht der elektrische Antrieb allen anderen überlegen ist[7]); elektrischer Antrieb in Walzwerkbetrieben[8]); die elektrische Vorbeschickung von Öfen in der Eisenindustrie[9]); elektrischer Antrieb von Waggonkippern[10]); die Selbstentladung im Kleinbahn-Güterverkehr[11]) und die mechanische Koksverladung auf der Zeche „Minister Achenbach"[12]).

Übriges Europa.

Österreich-Ungarn. Die Steiermark hat mit dem Ausbau ihrer bedeutenden Wasserkräfte begonnen; zurzeit werden drei Wasserkraftwerke an der Murr und Drau für 40000 kW geschaffen; ein Teil bleibt der chemischen Großindustrie vorbehalten; für die Verteilung des Restes wird eine das ganze Land durchziehende 110-kV-Leitung gebaut; zwei weitere Werke von je 30000 kW an der Drau sind geplant[13]). Eingehender beschrieben werden die städtischen EW in Wien[14]) und Klagenfurt [15]); eine weitere Abhandlung erörtert die ungarischen EW während der Kriegszeit[16]).

Schweiz. Die Stadt Chur hat ein neues EW erhalten, worüber sich eine ausführliche Beschreibung vorfindet[17]); die Bernischen Kraftwerke haben ihre Anlagen durch die Ausnutzung der Aare erweitert[18]); der Kanton Glarus durch den Ausbau des Muttensee-, Limmer- und Sandbachwerkes; das erstere leistet bei einem Nutzgefälle von 1540 m 30000 kW, das zweite bei 910 m 37000 kW, das dritte bei 600 und 400 m Nutzgefälle 23000 kW[19]).

Interessant sind die Angaben, welche über die Alkoholerzeugung aus Kalziumkarbid mitgeteilt werden, wie sie das EW Lonza aufgenommen hat. Das Werk wird für eine Jahresleistung von 10000 t ausgebaut[20]).

Nordische Länder. Von den Neuanlagen der Stockholmer EW ist eine mit zahlreichen Abbildungen versehene Beschreibung zu nennen[21]). — Bei Bergen hat die Ausnutzung der Wasserkräfte einen neuen Industriemittelpunkt geschaffen; fünf größere Fabriken sind bereits entstanden für Superphosphate, Heringsöle, ein Kalk- und Mörtelwerk und eine Gas- und Akkumulatorenfabrik[22]).

In **Frankreich** hat seit kurzem die Südbahn-Gesellschaft den el. Betrieb eingeführt und für die Kraftgewinnung verschiedene Wasserkräfte in den Pyrenäen ausgebaut[23]).

Aus **Spanien** wird das seit 1914 im Betrieb befindliche Werk bei Seros (45000 kW) beschrieben; auch die zweite Stufe mit zwei Werken von 37000 und 45000 kW ist seit kurzem fertiggestellt; die dritte, noch nicht in Angriff genommene Kraftstufe soll mindestens 110000 kW erzeugen können[24]).

In **Italien** hat wegen des Kohlenmangels die Elektro-Stahlgewinnung große Fortschritte gemacht; 13 Werke werden genannt; die Herstellung soll sich 12- bis 15mal billiger als im Siemens-Martin-Ofen stellen[25]).

England. Die Zentrale in der Stuart Street in Manchester ist erneuert worden; die Beschreibung[26]) bringt einen Lageplan.

In der **Türkei** wird der Elektrizität als Betriebsmittel, welche unter Sultan Abdul-Hamid noch als staatsgefährlich galt und verboten war, von der jetzigen Regierung großes Interesse entgegengebracht. Größere Werke bestehen in Konstantinopel, Damaskus (Wasserkraft-Ausnutzung), Jerusalem und Brüssa[27]).

Amerika.

Die Ausnutzung der Wasserkräfte des Niagarafalles soll soweit getrieben werden, daß seine Wasser nur noch stundenweise zu Schauzwecken gegen Entgelt von 35 M auf den Kopf des Zuschauers in ihr natürliches Gefälle hineingelassen werden[28]). Auch wird bereits zur Übernahme der Spitzenbelastung sämtlicher dortiger Wasserkraftwerke ein Dampfkraftwerk errichtet; drei Turbinen von je 20000 kW sind fertiggestellt, weitere 35000 kW im Bau; nach vollem Ausbau soll das ganze Dampfwerk eine Leistung von 200000 kW besitzen[29]). Es ist dies übrigens noch nicht das größte Dampfkraftwerk Amerikas, da bereits ein solches für eine Leistung von 210000 kW an anderer Stelle gebaut wird[30]).

Von weiteren Beschreibungen seien erwähnt: die größte Einzel-Wasserkraftanlage an den Turnerfällen[31]), die Entwicklung der Elektrizitätsversorgung in Keighley mit Abbildungen der Maschinenanlagen und Angabe der Belastungskurven für die Jahre 1910, 14, 15, 16[32a]) und der neue Stromerzeuger für 6000 kW im EW zu Halifax[32b]).

In Mexiko ist die große Boquilla-Talsperre fertiggestellt; sie bildet einen der größten künstlichen Seen der Welt mit einer Oberfläche von 175 km^2; die Stauhöhe beträgt 70 m, der Inhalt 3150 Mill. m^3; die hydraulischen Anlagen sind von Escher, Wyß & Co., Zürich geliefert; die elektrische Ausrüstung besteht aus 4 Francisturbinen von je 7500 kW; der Strom wird im Bergwerksbezirk von Parral verwertet[33]).

Als Leitungsnetz von großer Ausdehnung, nämlich 9900 km, ist dasjenige der Newada California Power Co. zu erwähnen[34]); von den Überlandwerken der Alabama Power Co., die den ganzen Staat Alabama versorgt, findet sich eine ausführliche Beschreibung der beiden Kraftwerke der 110-kV-Leitung und der Unterwerke[35]).

Interessant ist auch die Schilderung der Werke in Alaska; hier arbeiten während der 24stündigen Polarnacht 9 Werke im Dauerbetriebe, und zwar mit Erdölantrieb, da die Wasserkräfte wegen des Einfrierens nicht benutzbar sind. Nur ein Wasserkraftwerk besteht, in welchem das Wasser durch eingetauchte Heizwiderstände über 0 Grad gehalten wird; es dient zum Betrieb von Goldwäschereien, in denen wie in den zugehörigen Arbeiterhäusern alles elektrisch betrieben wird[36]).

Übrige Erdteile.

Es liegen nur ganz wenige Berichte vor, z. B. über die Tata-Wasserkraftanlage in Indien, wo 3 Staubecken von zusammen 280 Mill. m³ Fassungsvermögen errichtet sind; 5 Hauptturbinen von je 10000 kW sind aufgestellt; nach vollem Ausbau soll das Werk 80000 kW leisten können[37].

Statistik.

Von den beiden großen deutschen Statistiken der VEW und des VDE sind in dem Berichtsjahre keine Neuausgaben erschienen; von den Statistiken fremder Länder finden sich in der Literatur mehrere Angaben über die norwegischen EW, z. B. eine Zusammenstellung nach dem Stande vom 1. Juli 1914, 15 und 16. Die gesamte Generatorleistung betrug in diesen Jahren 560000, 649000, 888000 kW, Glühlampen waren angeschlossen 1,7—2—2,3 Millionen Stück, Bogenlampen 4—3,6—3,1 Tausend Stück, Motoren 20,3—24,7—28,3 Tausend[38].

Eine Kurvendarstellung über die Entwicklung der elektrischen Kraftanlagen in einigen norwegischen Städten in den Jahren 1901 bis 1915 und über die Verteilung des Elektrizitätsabsatzes für Licht, Motoren und die elektrochemische Industrie findet sich gleichfalls vor[39].

Ferner werden Angaben gemacht über die Entwicklung der Elektrizitätswerke[40] und der Krafterzeugungsindustrie[41] in Schweden, in Amerika[42] und im besonderen in den Vereinigten Staaten[43] daselbst, sowie in der Türkei[44] und Holland[45]. In Holland bestanden 1915 insgesamt 291 Werke, die rund 500 Ortschaften versorgten; von 60 Werken werden die Betriebsverhältnisse näher behandelt.

Weitgehendes Interesse verdienen die Statistiken über die Ausnutzung der Wasserkräfte, deren Bedeutung durch den Krieg besonders klar in die Erscheinung getreten ist. In Frankreich[46] wurden bei Kriegsausbruch 1173 Fabriken durch Wasserkraft versorgt; 41 Anlagen hatten eine Größe zwischen 750 und 7500 kW, 47 mehr als 7500 kW; 1910 waren in ganz Frankreich 350000 kW, im Mai 1916 bereits 543000 kW an Wasserkräften ausgebaut. Durch die Wasserkräfte allein der Alpen könnten 20 Mill. t Kohle jährlich erspart werden[47]. Der Kohlenverbrauch betrug jährlich 60 Mill. t; im Lande wurden davon erzeugt 40 Mill.; die ganzen verfügbaren Wasserkräfte werden auf 4,5 Mill. kW geschätzt. Seit 1914 besteht eine industrielle Zentralorganisation für die Wasserkräfte Frankreichs, die in drei Gruppen geteilt ist; Gruppe 1 umfaßt 54 Krafterzeugungs- und -verteilungsunternehmungen, Gruppe 2 24 metallurgische und chemische Fabriken, Gruppe 3 30 sonstige Industrie-Gesellschaften. Die Gesamtlänge der Leitungsnetze wird mit 16000 km angegeben[48].

Auch über die Wasserkraftausnutzung in Schweden[49], Norwegen[50] und Rußland[51] liegen kurze Mitteilungen vor. Im europäischen Rußland sollen mit Ausschluß des Kaukasus an den Flußläufen 1 Mill. kW erzeugt werden können; mit Sibirien und den Kaukasusländern sogar 10 Mill. kW.

Aus Amerika ist eine Tabelle des Umfangs und der Belastungen der größten 49 Erzeugungsgesellschaften von Interesse, in welcher für die Jahre 1915 und 16 die Höchstbelastungen, die Jahresabgabe und die Belastungsfaktoren angegeben werden; in Summa erzeugen diese Gesellschaften 17,5 Milliarden kWh[52].

[1]) Kollbohm, ETZ 1917, S 157, 176. — [2]) Reich, J. Gas Wasser 1917, S 606. — [3]) Fleik, El. Kraftbetr. 1917, S 245, 257, 270. — [4]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 641. — El. Masch.-Bau 1917, Anh S 293. — [5]) El. Kraftbetr. 1917, S 299. — ETZ 1917, S 572, 596. — Z. Ver. D. Ing. 1917, S 401, 562. — [6]) W. Philippi, ETZ 1917 S 1, 20. — [7]) L. Steiner, ETZ 1917, S 117. — [8]) Wintermeyer, El. Anz. 1917, S 727, 735, 745, 767. — [9]) Wintermeyer, El. Kraftbetr. 1917, S 331, 337. — [10]) Wintermeyer, El. Kraftbetr. 1917, S 177, 189. — [11]) Simeon, El. Kraftbetr. 1917, S 157, 165. — [12]) El. Kraftbetr. 1917, S 181. — [13]) J. Roßhaendler, Ztschr. österr. Ing. Arch. V. 1917, S 503. — El. Masch.-Bau 1917, Anh S 229. — Z. Ver. D. Ing. 1917, S 701. — El. Kraftbetr. 1917, S 300. — [14]) El. Masch.-Bau 1917, S 441, 457, Anh S 289. — [15]) W. v. Winkler, El. Masch.-Bau 1917, Anh S 341. —

[16]) L. Fehér, El. Masch.-Bau 1917, S 213. — [17]) L. Kürsteiner, Schweiz. Bauztg. Bd 69 S 4, 13, 23, 38, 293. — [18]) El. Kraftbetr. 1917, S 300. — [19]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 502. — [20]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 179, 325, 522. — [21]) El. Kraftbetr. 1917, S 97, 101, 105. — [22]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 301. — [23]) Schweiz. Bauztg. Bd 69, S 263. — Z. Ver. D. Ing. 1917, S 1008. — [24]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 401. — A. Huguenin, Engineering Bd 104, S 293. — [25]) El. Anz. 1917, S 121. — [26]) El. Rev. (Ldn.) Bd 81, S 219. — [27]) El. Kraftbetr. 1917, S 110. — [28]) ETZ 1917, S 85. — [29]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 928. — [30]) El. World Bd 69, S 308. — El. Masch.-Bau 1917, S 354. — [31]) B. R. Connell, Gen. El. Rev. 1917, S 226. — [32a]) H. Webber, El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 643. — [32b]) El. Rev. (Ldn.) Bd 81, S 147. — [33]) Schweiz. Bauztg. Bd 70, S 137. — Z. Ver. D. Ing. 1917, S 847. — [34]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 866. — [35]) Wagenknecht, El. Kraftbetr. 1917, S 219. — Z. Ver. D. Ing. 1917, S 795. — [36]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 424. — [37]) Z. Ver. D. Ing. 1917 S 899. — [38]) ETZ 1917, S 141. — [39]) Hansmann, El. Kraftbetr. 1917, S 41. — [40]) El. Masch.-Bau 1917, S 521. — [41]) ETZ S 546. — [42]) ETZ 1917, S 498. — [43]) El. Masch.-Bau 1917, S 340. — [44]) Schweiz. Bauztg Bd. 70, S 23. — [45]) ETZ 1917, S 325. — [46]) C. O. Mailloux, El. World Bd 69, S 471. — El. Masch.-Bau 1917, S 316. — [47]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 203. — [48]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 641. — [49]) El. Kraftbetr. 1917, S 211. — [50]) ETZ 1917, S 9. — [51]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 703. — [52]) El. World Bd 69, S 651.

V. Elektrische Beleuchtung.

Von Patentanwalt Dr.-Ing. Berthold Monasch.

Beleuchtungsanlagen.

Allgemeines. Über Brennzeiten veröffentlicht Vaillant[1]) Tafeln für die Beleuchtungstechniker des öffentlichen Lebens, die Rücksicht auf den Mondschein nehmen. Für Techniker der Verkehrsverwaltungen sind jedoch die Brennzeiten nach mittleren Witterungsverhältnissen zu bemessen. Niehaus[2]) veröffentlicht daher die Beleuchtungsdauern nach dem amtlichen Beleuchtungskalender der Kgl. Bayerischen Staatseisenbahnen. — Über die erforderliche Beleuchtung wird umfangreiches Zahlenmaterial auf Grund eines Beschlusses der Kommission für praktische Beleuchtung der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft mitgeteilt[3]), ebenso über die Flächenhelle verschiedener primärer und sekundärer Lichtquellen[4]).

Lux[5]) hielt im Berliner Architektenverein einen Vortrag über das Beleuchtungswesen in der Architektur und Jautschuß[6]) über Architektur und Beleuchtungstechnik. Auf Grund dieser Vorträge wurde beschlossen, zusammen mit der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft eine Kommission aus Mitgliedern beider Vereine zu wählen, deren Aufgabe es sein soll, die einschlägigen Fragen näher zu untersuchen.

Bertelsmann[7]) berichtet über Beleuchtungsmessungen in Schul- und Arbeitsräumen mit Gasglühlicht. Es wurde sowohl stehendes als auch hängendes Gasglühlicht zu den Versuchen verwendet, und die Lampen wurden derart angebracht, daß ihr Licht entweder unmittelbar oder nach teilweiser bzw. völliger Zerstreuung zur Wirkung kam. Im ganzen fanden einige vierzig Untersuchungen in fünf Räumen von 15 bis 168 m^2 Grundfläche statt.

Heyck[8]) untersucht, nachdem die lichtstarke Glühlampe in Form der gasgefüllten Glühlampen mit Wolframspiraldraht (Halbwattlampe) die Bogenlampe an vielen Stellen verdrängt hat, beide Lichtquellen nach ihrer Leistung und Wirtschaftlichkeit, nach den praktischen Vor- und Nachteilen im Betriebe und nach der Schönheit der erzielten Beleuchtung. Von den Bogenlampen hat, abgesehen von den technischen Bogenlampen (Projektionslampen, Scheinwerfern, Reproduktionslampen, Kopierlampen) lediglich die offene Bogenlampe mit nebeneinanderstehenden Effektkohlen und die geschlossene Bogenlampe mit übereinanderstehenden Effektkohlen (Dauerbrand-Effektlampe) den Wett-

bewerb mit der Halbwattlampe überdauert. Heyck gelangt zu dem Ergebnis, daß für Innenbeleuchtung die Halbwattlampe in jeder Beziehung Vorteile hat. Diese Vorteile sind bei den edleren Beleuchtungsarten (halb oder ganz indirektes Licht) besonders groß. Hingegen wird sich bei der Außenbeleuchtung und für die Beleuchtung großer hoher Räume (Fabrikhallen) die Bogenlampe neben der Glühlampe ihr Feld bewahren. Beide Lichtquellen haben hier ihre Vorteile und ihre Nachteile, und es ist von Fall zu Fall zu untersuchen, welche Werte ausschlaggebend für die Wahl der Beleuchtung sind.

Straßenbeleuchtung. In Cleveland[9]) wurde Straßenbeleuchtung mit gasgefüllten Wolframlampen eingeführt. Es wurden Lampen für 1500 HK, 20 A, 38 V, jede an einem Lampentransformator im Mastsockel verwendet. Die Lampen sind mit Holophanreflektoren umgeben. 55% des gesamten Lichtstromes gelangt in den unteren Halbraum gegen 30% bei einfachen Opalglasglocken. $J_{\smile} = 1600$ HK. Weitere Fälle von Straßenbeleuchtung behandeln Cravath[10]) und Peterson[11]).

Fabrikbeleuchtung. Clewell[12]) behandelt in einer Reihe von Aufsätzen die Beleuchtung in verschiedenartigen Betrieben. Für Eisengießereien[13]) und Maschinenhallen untersucht er die Unterschiede in der Verteilung der Beleuchtung hoch aufgehängter lichtstarker Lichtquellen im Vergleich zu einer größeren Zahl schwächerer Lichtquellen und findet eine Überlegenheit der letzteren in den meisten Fällen. Die besonderen Schwierigkeiten der Beleuchtung von Gießereien werden besprochen und angegeben, wie eine hinreichende Beleuchtung auch in schrägen Ebenen erzielt werden kann. Bei Untersuchung der bisher üblichen Beleuchtung von Eisen- und Stahl-Walzwerken[14]) in Pennsylvanien gelangt er zu dem Ergebnis, daß die Beleuchtung bisher unzulänglich war. Für Werkstätten der Textil- und Stoffbearbeitungs-Industrie untersucht Clewell[15]) den Einfallswinkel des Tageslichts durch seitliche Fenster. Der Einfluß des Reflexionskoeffizienten verschiedenfarbiger Stoffe auf die allgemeine Beleuchtung wird untersucht und die Mindestbeleuchtung für die einzelnen Farben und Stoffarten festgestellt. Ferner behandelt Clewell die Beleuchtung in Automobilfabriken[16]), in Bureauräumen[17]) und die gesetzliche Regelung[18]) der Fabrikbeleuchtung.

Bahnhöfe. Wechmann[19]) teilt mit, daß im Bereiche der Kgl. Eisenbahndirektion Berlin 1500 mit Petroleum beleuchtete Laternen in elektrisch beleuchtete umgewandelt worden sind. Elektrische Glühlampen für 7 bis 8 HK_0 und 8 bis 10 W geben ein gut sichtbares Signalbild. Die Jahresbetriebskosten ergeben sich für die Lampe zu 16,57 M. Die früher verwendeten Petroleum-Runddochtbrenner von 7 HK_0 und 100 kg und Flachdochtbrenner von 1,5 bis 2 HK_0 und 30 kg Petroleumverbrauch im Jahr ergaben einschließlich Petroleumverbrauch und Löhne 54 M bzw. 44 M im Jahr an Betriebskosten. Die elektrische Signalbeleuchtung erforderte nur 31 bis 38% der für Petroleumlampen geltenden Betriebskosten.

Zugbeleuchtung. Lanphier[20]) behandelt die Regelungsfrage der Einzelwagen-Beleuchtung, bei der während der Fahrt eine von der Wagenachse angetriebene Gleichstromdynamo den erforderlichen Strom zur Speisung des Lampennetzes und zur Aufladung der Akkumulatorenbatterie erzeugt. Letztere deckt den Stromverbrauch der Lampen bei aussetzender Dynamo, d. h. zur Zeit der Aufenthalte und bei Zuggeschwindigkeiten unter etwa 20 bis 25 km in der Stunde. Das Stone-Franklin-System wird von Büttner[21]) beschrieben. Über das Zugbeleuchtungssystem der Maschinenfabrik Oerlikon wird in El. Masch.-Bau[22]) berichtet. Zusammenstellungen über Zugbeleuchtung geben Müller[23]), Boye[24]) und Haller[25]).

Theater. Die Bogenlampe hat bei der Bühnenbeleuchtung den Nachteil des Zischens und Flackerns beim Einschalten und vermag die für die Effektbeleuchtung erforderliche Lichtstärke nicht zu konzentrieren. Die Firma Schwabe & Co.[26]), Berlin, hat die gasgefüllte Wolframglühlampe mit Spiraldraht besonders für Bühnenbeleuchtung durchgebildet, die infolge ihrer leichten

Regulierfähigkeit in bequemster Weise gestattet, Effekte der verschiedensten Art, einschließlich der Verdunkelung von einer Stelle aus mit Sicherheit hervorzubringen. Eine Beleuchtungsanlage eines Kinematographentheaters der Keystone Film Co.[27]) verwendet gasgefüllte Wolframglühlampen von 1000 W.

Tragbare Lampen. Die Grubenlampe von Turquand und Kew[28]) ist mit auswechselbarer Batterie für den Akkumulator und mit einer Sicherung der Lage des Akkumulators im Gehäuse versehen. Der Lampenverschluß ist magnetisch ausgebildet. Die Lampen werden in zwei Größen gebaut: bei 2,16 kg Gewicht für 0,9 bis 1,4 HK und 10 h Brenndauer oder 1,8 bis 2,7 HK und 10 h Brenndauer und bei 2,5 kg Gewicht für 0,9 bis 1,4 HK und 20 h oder 2,7 bis 3,6 HK und 9 h Brenndauer. Die Aufsichtsbehörde (Home Office) in England veröffentlicht[29]) eine Liste der Bauarten elektrischer Lampen, welche sie für den Gebrauch in Gruben zugelassen hat. Es befinden sich darunter auch einige deutschen Ursprungs.

Wedding[30]) berichtet über Taschenlampen, bei denen ein Trockenelement oder ein Akkumulator vermieden ist. Als Energiequelle wird menschliche Muskelkraft benutzt, die in einer kleinen magnetelektrischen Maschine in elektrische Energie umgesetzt wird. Es liegen derartige Konstruktionen von v. Dreger und Pletscher vor.

Eine Teleskoplampe[31]) wird von der Firma Berliner Konstruktionswerk auf den Markt gebracht, bei der vor der Scheinwerferlampe eine Linse in einem ausziehbaren Rohr gelagert ist, wodurch es möglich ist, die Lichtstrahlen für kurze Entfernungen auf einen größeren Lichtkreis zu verteilen, während sie bei herausgezogener Linse auf einen kleineren scharfen Lichtkreis zusammengezogen werden. Dr.-Ing. Schneider & Co. in Frankfurt bringen unter dem Namen „Tarnhelm“ eine Taschenlampe sehr gedrängter Form auf den Markt, bei welcher die Lampe beim Drücken auf einen Knopf, der den Deckel aufspringen läßt, selbsttätig eingeschaltet wird. Beim Schließen des Lampengehäuses erlischt die Lampe wieder. Über die konstruktive Durchbildung der Taschenlampen berichtet auch Löbner[32]).

Bloch[33]) berichtet über die Anwendung von Nitralampen in ärztlichen Apparaten, z. B. als Stirnlampe an Stelle des Stirnreflektors, als Kehlkopf-Beleuchtungsapparat bei Kystoskopen und Bronchoskopen.

Scheinwerfer. Chillas[34]) berichtet über amerikanische Erfahrungen mit Scheinwerferkohlen, sowohl Reinkohlen als auch Effektkohlen. Letztere werden in den Scheinwerferlampen von Beck in der Abänderung von Sperry[35]) verwendet. Diese Konstruktion ist in der britischen Patentschrift 12999/1915 beschrieben; der Strom wird den Kohlen nicht, wie sonst üblich, am Ende, sondern dicht beim Lichtbogen zugeführt und die Kohlen werden durch feststehende Fassungen geschoben. Die Kohlen sind also nur auf dem kurzen Wege von der Anodenfassung zum Krater und von der Kathodenfassung zur Spitze stromdurchflossen, das übrige Kohlenmaterial ist stromlos. Sperry gibt an, am Krater eine Flächenhelle von 500 HK/mm² gegen 150 HK bei gewöhnlichen Bogenlampen erreicht zu haben. — Little[36]) bespricht die lichttechnischen Erfordernisse an Automobilscheinwerfer und stellt die stark abweichenden Ansichten von 13 amerikanischen namhaften Beleuchtungstechnikern über verschiedene Fragen zusammen. Er untersucht dann 25 Ausführungsformen amerikanischer Firmen auf das lichttechnische Verhalten.

Projektionslampen. Halbertsma[37]) hat über die Ausnutzung des Lichtes der Projektionslichtquellen Untersuchungen angestellt. Es ergab sich, daß eine „punktförmige“ Lichtquelle für Projektionszwecke nicht am günstigsten arbeitet. Nicht punktförmige Lichtquellen, sondern solche mit einer möglichst kleinen leuchtenden Fläche stellen die ideale Projektionslichtquelle dar. Es erscheint daher ausgeschlossen, mit der Halbwattlampe an die Leistungen der Bogenlampe für Projektionszwecke heranzukommen, um so mehr, als letztere Lampe stets den Vorzug der höheren Beleuchtungstemperatur und damit auch

der größeren Flächenhelle besitzt, die als Quotient aus Lichtstärke und leuchtender Fläche für Projektionszwecke von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Photographie. Lux[38]) hatte (JB 1915, S 94) zunächst die Einwirkungen der wichtigsten Lichtquellen auf die gewöhnliche, farbenunempfindliche photographische Platte untersucht. Diese entspricht etwa dem farbenblinden Auge, bei dem nur die Netzhautstäbchen zur Wirkung gelangen. Lux hat nunmehr die Untersuchungen auf die Einwirkung der verschiedenen künstlichen Lichtquellen auf die farbenempfindliche Platte ausgedehnt. Die Untersuchungen haben auch Wert für die Beleuchtungstechnik. Es läßt sich nämlich eine photographische Platte herstellen, die unter Benutzung geeigneter Lichtfilter eine Empfindlichkeitskurve aufweist, die bis zu sehr großer Annäherung der Sehfähigkeitskurve der Netzhautzäpfchen entspricht. Mit einer solchen photographischen Platte können einige photometrische Probleme leichter als durch unmittelbare Beobachtung gelöst werden, z. B. die Messung und Aufzeichnung von stark veränderlichen oder sehr rasch verlaufenden Lichterscheinungen, die Aufnahme von Beleuchtungswerten, von Lichtausstrahlungskurven usw.

Über Belichtungslampen für die Herstellung von photographischen Abzügen und Lichtpausen berichtet Bloch[39]). Die unter Luftabschluß brennende Dauerbrand-Bogenlampe mit Reinkohlen ist für Kopier- und Lichtpauszwecke immer noch die geeignetste Lampenart. Bezieht man die chemische Wirksamkeit der verschiedenen künstlichen Lichtquellen auf die des Tageslichts bei gleicher Beleuchtungsstärke, so erreicht eine Dauerbrandlampe für 220 V Gleichstrom etwa das 16fache, bei Wechselstrom etwa das 12fache, dagegen eine Quecksilberlampe nur etwa das 3fache, eine ohne Luftabschluß brennende Bogenlampe mit Reinkohlen oder mit Effektkohle das 2fache und eine gasgefüllte Metalldrahtlampe nur die Hälfte der chemischen Wirksamkeit des Tageslichts.

[1]) Vaillant, ETZ 1917, S 455. — [2]) Niehaus, ETZ 1917, S 548. — [3]) Z. Beleucht. 1917, S 102. — [4]) Z. Beleucht. 1917, S 118. — [5]) Lux, Z. Beleucht. 1917, S 1. — [6]) Jautschuß, Z. Beleucht. 1917, S 22. — [7]) Bertelsmann, ETZ 1917, S 283, 321. — [8]) Heyck, Z. Ver. D. Ing. 1917, S 625. — [9]) El. Masch.-Bau 1917, S 376. — [10]) Cravath, El. World Bd 70, S 473, 514, 566. — [11]) Peterson, El. World Bd 69, S 1156. — [12]) Clewell, El. World Bd 69, S 1052, 1107. — Clewell, El. World Bd 70, S 201, 292. — [13]) Clewell, El. World Bd 70, S 6. — [14]) Clewell, El. World Bd 70, S 106. — [15]) Clewell, El. World Bd 70, S 152. — [16]) Clewell, El. World Bd 69, S 1253. — [17]) Clewell, El. World Bd 70, S 56. — [18]) Clewell, El. World Bd 69, S 1203. — [19]) Wechmann, ETZ 1917, S 265. — [20]) Lanphier, ETZ 1917, S 428. — Proc. Am. Inst. El. Eng. Bd 34, S 1829. — [21]) Büttner, El. Kraftbetr. 1917, S 1, 9. — [22]) El. Masch.-Bau 1917, S 282. — [23]) Müller, Dingl. Bd 332, S 172. — [24]) Boye, El. Anz. 1917, S 581, 589. — [25]) Haller, El. Masch.-Bau 1917, S 133. — [26]) Z. Beleucht. 1917, S 107. — [27]) El. World Bd 69, S 799. — [28]) ETZ 1917, S 418. — [29]) ETZ 1917, S 141. — El. Engin. Bd 12, S 295. — [30]) Wedding, ETZ 1917, S 438. — [31]) ETZ 1917, S 141. — [32]) Löbner, El. Anz. 1917, S 523, 529, 551. — [33]) Bloch, AEG-Mitt. 1917, S 19. — [34]) Chillas, ETZ 1917, S 197. — [35]) Sperry, ETZ 1917, S 609. — [36]) Little, Gen. El. Rev. 1917, S 246. — [37]) Halbertsma, Photogr. Korresp. 1917, Jan. u. Febr.-Heft. — [38]) Lux, Z. Beleucht. 1917, S 83. — ETZ. 1917, S 506. — [39]) Bloch, AEG-Mitt. 1917, S 108.

Lampen und Zubehör.

Allgemeines. Simons[1]) untersuchte die Ursachen des Flackerns des Lichtes in elektrischen Beleuchtungsanlagen und fand, daß die Spannungsschwankung, welche erforderlich ist, um eine sichtbare Lichtschwankung hervorzurufen, innerhalb der Genauigkeit der ganzen Messung unabhängig von der Art des Stromes ist, d. h. ob sie einem Gleichstrom oder einem Wechselstrom von 40 bis 50 Per/s übergelagert ist. Die zur Hervorbringung von Lichtschwankungen notwendige Spannungsschwankung hängt stark von deren Periodenzahl ab. Sie

zeigt einen Mindestwert bei etwa 6 Per/s, um mit höheren Frequenzen rasch anzusteigen. Schwankungen von über 60 Per/s scheinen vom Auge nicht mehr wahrgenommen zu werden. Simons entwickelt ein Meßverfahren, um die Periodenzahl des Flimmerns in einem Gleichstrom- oder Wechselstromnetze festzustellen (Oszillometer).

Bogenlampen. Im Anschluß an frühere Untersuchungen (JB 1916, S 89) hat Mathiesen[2]) den Lichtbogen unter Druck, in Sauerstoff und Stickstoff untersucht. Es ergab sich, daß die Lichtstärke des Lichtbogens mit konstantem Energieverbrauch durch die bloße Drucksteigerung ebenfalls eine Zunahme erfährt, allerdings nur eine geringe und zwar in Luft, in Sauerstoff und in Stickstoff. Der Grad und der Verlauf der Lichtsteigerung ist von der Art des Gases abhängig. Zwischen Fluorkalziumkohlen erfährt der Lichtbogen unter Druck in seinen eigenen Gasen eine schnelle Abnahme seiner Lichtstärke.

Eine Cooper-Hewittsche Quecksilberlampe[3]) verbraucht nur 220 W und gibt mit Reflektor 400 Kerzen im unteren Halbraum.

Glühlampen. Über die Herstellung fadenförmiger Kristalle (Kristallfäden für Glühlampen) nach dem Verfahren der Julius Pintsch A.-G. berichten Böttger[4]), Schröter[5]), O. Schaller[6]) und Ely[7]).

Die nach dem bekannten Spritzverfahren hergestellten Wolframfäden sind hart und spröde. Dagegen lassen sich Fäden, die aus Wolfram mit etwa 2% Thoriumoxyd hergestellt sind, über eine ziemlich scharfe Kante knicken, ohne zu zerbrechen. Es zeigen sich im Faden in unregelmäßigen Abständen Stellen von hoher und sehr geringer Knickbarkeit; derartige Fäden bestehen aus Kristallsäulen mit glänzenden Flächen und scharfen Kanten. Die Kristalle sind in hohem Maße knickbar, während der Faden an den Stoßstellen zweier Kristalle außerordentlich leicht durchbricht. Schaller und Orbig gelang es, außergewöhnlich lange und dabei sehr dünne Kristalle zu züchten. Das Erhitzen auf die hohe Temperatur, bei welcher insbesondere das Kristallisieren vor sich geht, muß so geleitet werden, daß die Keimbildung nur an dem einen Ende des Fadens einsetzt und daß der Faden mit schroffem Anstieg in die hohe Temperaturzone von 2400 bis 2600° mit solcher Geschwindigkeit geführt wird, daß die Kristallisation ohne Unterbrechung vor sich geht. Der wesentliche Teil des hierzu benutzten Apparates besteht in einer aus nur wenig Windungen gebildeten Wolframdrahtspirale, die in einer Wasserstoffatmosphäre durch Strom dauernd auf die hohe Temperatur gleichmäßig erhitzt wird. Durch diese Spirale wird der Faden langsam durchgeleitet und schließlich als fertiger Draht auf eine Rolle gewickelt. Mit dem gezogenen Wolframdraht hat der Kristallfaden die hohe Biegsamkeit und Knickbarkeit gemeinsam. Dagegen ist der Kristallfaden bei gewöhnlicher Temperatur erheblich weicher. Seine Zugfestigkeit ist geringer als die von gezogenem Draht und etwas größer als die von Stahldraht. Während der gezogene Draht schon nach kurzem Erwärmen auf die Gebrauchstemperatur eine auffällige Veränderung der Leitfähigkeit, Zug- und Bruchfestigkeit erfährt und seine Biegbarkeit vollständig einbüßt und so spröde wird wie die gespritzten Fäden aus reinem Wolfram, behält der Kristallfaden seine Duktilität und Biegsamkeit selbst nach 1000stündigem Brennen fast unverändert bei.

Die Lebensdauerprüfung bei Metallfadenlampen nimmt unter normaler Belastung nahezu 7 Wochen in Anspruch, wenn eine 1000stündige Brenndauer erzielt werden soll. Aus diesem Grunde hat eine Prüfung unter erhöhter Belastung einen bedeutenden Wert, weil sie die Prüfdauer erheblich abkürzt und weil dazu an Stromkosten gespart wird. Eine abgekürzte Lebensdauerprüfung ist aber nur dann von Wert, wenn ihre Ergebnisse in zuverlässiger Weise berücksichtigt werden. Lewinson[8]) veröffentlicht Erörterungen über diese Punkte.

Über die Strahlung von gestreckten und spiralig eingerollten Drähten berichtet Coblentz[9]).

Kruh[10]) untersucht die Glühkörperanordnung von Halbwattlampen für optische Apparate, insbesondere für Projektionslampen. Während man bisher durch Spiegelung eine größere Lichtstärke in einer bestimmten Richtung er-

zielte, zeigt Kruh, daß man bei geeigneter Anordnung der Glühkörperspiralen in einer Ebene mit geringen Abständen voneinander zu Leuchtkörpern gelangen kann, deren spezifische Helligkeit beinahe so hoch ist, wie wenn der Leuchtkörper aus einem einzigen Stück bestünde. Dies ist dann der Fall, wenn der Abstand zwischen den Leuchtabschnitten gleich ist dem Durchmesser eines Leuchtabschnittes. Der Leuchtkörper ist gegen den Spiegel so zu setzen, daß das Bild in den Zwischenraum der Leuchtabschnitte hereinfällt. Auf diese Weise hat Kruh durch Spiegelung bei der Starkstrom-Halbwattlampe eine spezifische Helligkeit von 70 HK/mm² erreicht.

Bloch[11]) führt in bezug auf die einheitliche Kennzeichnung der Lichtquellen aus, daß die Glühlampentechnik jetzt keine Bedenken mehr sehe, die räumliche Lichtstärke anzugeben, und daß es richtiger wäre, bei Glühlampen nicht mehr den spezifischen Verbrauch in W/HK, sondern die Lichtausbeute in HK für 1 W anzugeben. Bei diesen Vorschlägen, die in einer Sitzung der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft gemacht wurden, erhoben sich von anderen Seiten Bedenken.

Die Glühlampen-Einkaufs-Vereinigung des Verbandes Schweizer EW hat neue technische Bedingungen für Glühlampen veröffentlicht[12]), sowohl für Metalldraht-Vakuumlampen von 7,5 bis 85 HK_0 als auch für gasgefüllte Metalldrahtlampen von 50 bis 1000 und mehr W. Auf die Lampe zu stempeln ist die Fabrikmarke, die Stempelspannung, der Gesamtverbrauch mit der Bezeichnung „Watt", der Lampentyp, ein Zeichen der Vereinigung und auf Wunsch des Bestellers die mittlere räumliche Lichtstärke. In den anschließend von der Materialprüfungsanstalt des Schweizer Elektrot. Vereins herausgegebenen Vorschriften[13]) für die Messung der Lichtstärke wird die Ulbrichtsche Kugel zur Messung der räumlichen Lichtstärke vorgeschrieben.

In den Bestimmungen über die Beschaffenheit und Abnahme von Wolfram-Glühlampen der Wirtschaftlichen Vereinigung der EW[14]) (Deutschland) wird ebenfalls die Feststellung der mittleren räumlichen Lichtstärke verlangt. Die Messungen zur Feststellung der Lichtabnahme werden bei Vakuumlampen nach 0, 200, 500, 800 und 1000 h und bei Lampen mit Gasfüllung mit 0, 200, 500 und 800 h vorgenommen.

Armaturen. Halbertsma[15]) bespricht den Einfluß der Gasfüllungslampe auf die Entwicklung der Beleuchtungstechnik. Er zeigt, daß die Gasfüllungslampe die Beleuchtungskörperfabrikation vor neue Aufgaben stellte, daß aber im allgemeinen letztere noch zu sehr am alten haftet und Materialien und Formen verwendet, die in Widerspruch zu den Eigenschaften der Gasfüllungslampe stehen. Die Wirkung des Beleuchtungskörpers am Tage scheint leider oft der einzige Gesichtspunkt zu sein, der den Entwurf leitet. Entweder ist die Beleuchtung ungenügend oder die Lichtquelle blendet das Auge oder sie wirft Streifen und Schatten auf die Decke. Phantasiegläser und Mattgläser sieht man dort verwendet, wo nur vollkommen lichtstreuende Stoffe am Platze wären. Diese Verhältnisse sind um so mehr zu bedauern, als die meisten Beleuchtungskörper als reine Handelsware ohne fachmännische Kritik über den Installateur oder über das Warenhaus in die Hand des Laienkäufers wandern. — Halbertsma[16]) hielt im Elektrotechnischen Verein in Berlin einen Vortrag über den Reflektor. Von einer elementaren Darstellung der Gesetze der Reflexion des Lichtes an spiegelnden und an weißen Flächen ausgehend wird gezeigt, wie die Leistungsfähigkeit eines gegebenen Reflektors durch Untersuchung der Lichtverteilung mittels des Lichtstromdiagramms in einfacher Weise bestimmt werden kann. Auch werden an Hand von guten und schlechten Reflektoren die von den Konstrukteuren der Beleuchtungskörper am häufigsten begangenen Fehler erörtert. — Die Analyse des Reflektor-Lichtstromdiagramms bei ausgedehnten Lichtquellen führt Halbertsma[17]) an Beispielen durch. Bei dieser Analyse wird das Lichtstromdiagramm in den reflektierten und den direkt austretenden Lichtstrom zerlegt. Auf Grund dieser Zerlegung lassen sich wertvolle Schlüsse ziehen. — Über Streuung (Diffusion) des Lichtes als Mittel zur Verringerung der Flächen-

helle künstlicher Lichtquellen hielt Halbertsma[18]) einen Vortrag in der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft.

Fassungen. Klement[19]) berichtet über Bestrebungen, die ausgehend von der vollzogenen Normalisierung der üblichen Glühlampenfassungen und deren Schutzringen Verbesserungen anstreben, indem Fassung, Schirm und Glühlampe in engeren Zusammenhang gebracht werden soll. — Pick[20]) berichtet über die Normalisierung von Pauschalglühlampen-Sockeln und -Fassungen. Das System Imme-Löbner ist bereits 1913 vom VDE angenommen worden. Es ist nun auch nach langjährigen Verhandlungen vom EV Wien angenommen worden.— Brandt[21]) teilt mit, daß infolge der Einführung der Metalldrahtlampen und Anwendung höherer Spannung das Bestreben auftrat, beim Einschrauben der Glühlampen in die Fassungen die Berührungsgefahr nach Möglichkeit auszuschließen. Es werden daher Bauarten von Fassungen beschrieben, bei denen die spannungführenden Teile, wie der Gewindekorb von der Fassung und der Glühlampe derart abgeschlossen sind, daß auch für den Augenblick beim Einschrauben, wo Lampen und Fassungsgewinde sich zu berühren beginnen, diese spannungführenden Teile selbst einer zufälligen Berührung entzogen sind.

[1]) Simons, ETZ 1917, S 453, 465, 474. — [2]) Mathiesen, ETZ 1917, S 573. — [3]) El. World Bd 69, S 145. — [4]) Böttger, Z. Elchemie 1917, S 121. — ETZ 1917, S 234. — Z. Beleucht. 1917, S 10. — [5]) Schröter, ETZ 1917, S 516. — Z. Beleucht. 1917, S 93. — [6]) Schaller, Jl. Gas Wasser 1917, S 259. — [7]) Ely, Mitt. Ver. EW 1917, S 177. — [8]) Lewinson, Z. Beleucht. 1917, S 23. — [9]) Coblentz, El. World Bd 69, Heft 22. — El. Masch.-Bau 1917, S 474. — [10]) Kruh, El. Masch.-Bau 1917, S 573. — [11]) Bloch, Z. Beleucht. 1917, S 136. — [12]) Bull. Schweiz. EV 1917, S 150. — [13]) Bull. Schweiz. EV 1917, S 157. — [14]) Mitt. Ver. EW 1917, S 378. — [15]) Halbertsma, Helios Fachz. 1917, S 409. — [16]) Halbertsma, ETZ 1917, S 482, 494. [17]) Halbertsma, Z. Beleucht. 1917, S 15. — [18]) Halbertsma, Z. Beleucht. 1917, S 137. — [19]) Klement, ETZ 1917, S 581. — [20]) Pick, El. Masch.-Bau 1917, S 446. — [21]) Brandt, Helios Fachz. 1917, S 397.

VI. Elektrische Fahrzeuge und Kraftbetriebe.

Elektrische Voll- und Straßenbahnen. Von Prof. Dr. W. Kummer, Zürich. — Elektrische Bahnen und Fahrzeuge für besondere Zwecke. Von Ingenieur Max Schiemann, Wurzen. — Hebezeuge, Transport- und Verladevorrichtungen. Von Prof. Rudolf Krell, München. — Maschinenantrieb in Fabriken, Pumpen, Werkzeugmaschinen und elektrische Werkzeuge. Landwirtschaftlicher Betrieb. Von Prof. Dr.-Ing. Alexander Brückmann, Hannover.

Elektrische Voll- und Straßenbahnen.

Von Prof. Dr. W. Kummer.

Allgemeines. Die technische Literatur des Jahres 1917 weist eine gewisse Zahl von Veröffentlichungen auf, die für die Gebiete der el. Vollbahnen und der el. Straßenbahnen gleichzeitig von Bedeutung sind. Wir erwähnen zunächst die von der Engineering Experiment Station der Universität Illinois[1]) bekanntgegebenen Forschungsarbeiten über den Fahrwiderstand in Kurven bei verschiedenen Geschwindigkeiten. Eine übersichtliche Betrachtung über alle Bestandteile des Fahrwiderstandes bei Bahnen, die sowohl einzeln als auch bei ihrem Zusammenwirken behandelt werden, ist von H. Parodi[2]) angestellt worden. Im Zusammenhang mit der Energieversorgung von Bahnzügen oder Bahnwagen sind einerseits Vorschläge von W. E. Cramer[3]) über Vereinheitlichung der Fahrdrahtausbildung, anderseits Mitteilungen von BBC[4]) über Betriebserfahrungen mit Stromabnehmer-Schleifstücken von hohem Interesse; auch die durch D. D. Ewing[5]) veröffentlichten Messungen über den Spannungsabfall in Strom-

kreisen mit sog. „dritten Schienen“ dürfen in diesem Zusammenhang genannt werden. Einen übersichtlichen und reichhaltigen Auszug aus den neuesten Patentschriften über Bahn-Leitungsanlagen, über Stromzuführungsschienen, über Motorwagen und Lokomotiven, sowie über Schalt- und Reguliervorrichtungen verdanken wir der Zeitschrift El. Masch.-Bau[6]). Die heutige absolute und relative Verbreitung der verschiedenen elektrischen Stromarten auf den schweiz. el. betriebenen Bahnen aller Ordnungen bringt eine Zusammenstellung von W. Kummer[7]) zum Ausdruck.

Elektrische Vollbahnen. Auf dem Gebiete der el. Vollbahnen betreffen unter den ein allgemeines Interesse beanspruchenden Aufsätzen jedenfalls die bemerkenswertesten das Problem der el. Nutzbremsung, das zurzeit namentlich von den amerikanischen Fachleuten besonders intensiv bearbeitet wird. Der im JB 1916 gewürdigten Einführung der Nutzbremsung, d. h. der Energierückgewinnung auf der Chicago, Milwaukee & St. Paul Ry. ist rasch die Nachahmung auf der mit 1500 V betriebenen Lake Erie & Northern Ry. gefolgt, über die C. C. Whittaker[8]) Auskunft gibt. Neben diesen beiden Gleichstrombahnen, bei denen die Anpassung der Charakteristik der Seriemotoren an die Zugkraft-Geschwindigkeitsbedürfnisse der Bremsung mittels Hilfserregungssystemen die wesentliche Neuerung bilden, hat auch die einphasig gespeiste Norfolk & Western Ry. mit ihren Einphasen-Drehstrom-Umformerlokomotiven, von denen in den letzten Bänden des JB wiederholt die Rede war, die Energierückgewinnung in größerem Umfang bewerkstelligt. Das technische Gelingen der Rückgewinnung im außerordentlich regen Güterverkehr der drei genannten Bahnen hat nun eine sehr reichhaltige und weitausschauende Studie von R. E. Hellmund[9]) über das Problem der Energierückgewinnung in elektrotechnischer und in eisenbahntechnischer Hinsicht veranlaßt, die auch in europäischen Fachkreisen Aufsehen erregt hat; den bezüglichen Ansichten der europäischen Fachkreise hat E. E. Seefehlner[10]) in klarer Weise Ausdruck verliehen. Im Zusammenhang mit der Rückgewinnungsfrage müssen auch die Arbeiten von A. Jackson[11]) über die Kennlinien des Seriemotors bei Bremsoperationen, sowie diejenigen von E. F. W. Alexanderson und G. H. Hill[12]) einerseits und von A. Nougier[13]) anderseits über die Einphasen-Dreiphasenumformung gewürdigt werden. Eine allgemeine Betrachtung über die Ausrüstungen von Gleichstromlokomotiven, bei den verschiedenen Fahrspannungen, die beim Vollbahnbetrieb in Frage kommen können, verdanken wir F. Lydall[14]). Demgegenüber hat die Firma BBC[15]) die Verwendung elastischer Zwischenglieder im Triebwerk el. Fahrzeuge, insbesondere Lokomotiven zum Gegenstand eines Aufsatzes gemacht. Die Verwendung des Wechselstromtransformators im el. Bahnbetrieb ist durch W. Kummer[16]) einer allgemein gehaltenen Beurteilung unterzogen worden. Von der General Electric Co.[17]) ist das Prinzip einer automatischen Maschinerie der Unterwerke von Gleichstrombahnen aufgegriffen und bereits in mehreren Fällen zur praktischen Verwirklichung gebracht worden. Die Verwendbarkeit eiserner Fahrleitungen für Wechselstrombahnen bildet endlich den Gegenstand einer von W. Kummer[18]) durchgeführten Untersuchung.

Der Bau el. Vollbahnen ist auch im Jahre 1917 vorzugsweise in den **Vereinigten Staaten von Amerika** gefördert worden. Ebenso ist es wiederum die Chicago, Milwaukee & St. Paul Ry., die hinsichtlich der ausgerüsteten und in Arbeit genommenen Gleislänge an erster Stelle steht[19]). Mitte 1917 waren auf dieser Bahn Arbeiten im Gange, um die elektrifizierte Gleislänge auf 1040 km zu bringen, wovon damals 700 km bereits fertig ausgerüstet waren. Nicht weniger bedeutungsvoll ist die Entschließung der Pennsylvania Rd, die außerordentlich wichtige und schwer belastete Bergstrecke Altoona-Johnstown durch das Alleghany-Gebirge zu elektrifizieren, wofür das Einphasensystem von 11000 V Fahrspannung und 25 Per/s gewählt wurde; zu Vorversuchen, die auf der Vorortbahn Philadelphia-Paoli vorgenommen wurden, ist nach dem Vorbild der Norfolk & Western Ry. eine Einphasen-Dreiphasen-Umformerlokomotive, jedoch von 3600 kW Stundenleistung, bzw. 3000 kW Dauerleistung, als leistungs-

fähigste Güterzugsmaschine für rund 50 t Maximalzugkraft gebaut und auch schon brauchbar befunden worden[20]); auch bei dieser Systemwahl hat die Rückgewinnungsfrage, die durch den asynchronen Umformer natürlich erheblich erleichtert wird, wesentlich mitgesprochen. Man darf jedoch über Wirtschaftlichkeit und Regulierfähigkeit dieser monströsen, auf 5000 kW Maximalleistung bewerteten Lokomotive, deren Dienstgewicht 240 t und deren Reibungsgewicht 198 t beträgt, skeptisch urteilen, wenn man die bekannt gewordenen Betriebskurven[21]) und das Schaltungsschema der Lokomotive in Betracht zieht; demgegenüber ist deren mechanischer Aufbau, aus zwei Gestellen 1 D, bzw. D 1, mit Blindwellen, von denen aus die Triebachsen durch horizontal liegende Parallelkurbelgetriebe betrieben werden, während auf die Blindwellen Doppelmotoren mit federndem Zahnradantrieb einwirken, sehr vertrauenerweckend. Auch die um die Entwicklung des Einphasenbetriebes in Amerika hochverdiente New York, New Haven & Hartford Ry. hegt bemerkenswerte Baupläne; es soll eine neue Lokomotive gebaut werden, die bei 180 t Gesamtgewicht und 21,5 t Zugkraft zwei Drehgestelle hat, von denen jedes die 1-C-1-Anordnung aufweist, wobei jeder Triebachse zwei Doppelmotoren mit Hohlwellen und federndem Zahnradantrieb, wie er bei früheren Lokomotiven dieser Bahn erprobt wurde, zugeordnet werden[22]). Von der Butte, Anaconda & Pacific Ry. ist die Inbetriebnahme zweiachsiger Triebgestelle zur Verstärkung der Leistungen der Lokomotiven, an die diese Triebgestelle angehängt werden, um je 50%, zu berichten[23]). Aus **Kanada** ist zu melden, daß die im JB 1913 bereits erwähnte Elektrifizierung von Mount Royal nach Montreal der Kanadischen Nordbahn mit Gleichstrom von 2400 V im Mai des Berichtsjahres in Betrieb genommen werden konnte, womit der Anlaß zur Bekanntgabe von Baubeschreibungen[24]) gegeben wurde.

In Europa sind die Baufortschritte an el. Bahnen nur unwesentlich. Aus **England** ist die Erweiterung der Elektrifizierung auf der London & North Western & Bakerloo Ry. zu erwähnen, die zu einer Baubeschreibung[25]) geführt hat. Aus **Frankreich** werden besonders weitere Einzelheiten über die Betriebsverhältnisse der Chemins de fer du Midi bekannt. Einerseits werden die von dieser Bahn benutzten Einphasen-Kraftwerke[26]) beschrieben; anderseits läßt ein theoretisierender und zugleich beschreibender Aufsatz von Ch. Dachary[27]) die im JB 1916 bereits gemeldete Beseitigung von Störungen in Schwachstromleitungen längs der Bahnlinie Perpignan-Villefranche näher beurteilen; es ist bemerkenswert, daß die Behebung dieser Störungen durch die Anwendung von Saugtransformatoren von ganz geringer Leistung nach der 1904 durch Behn-Eschenburg in der Literatur angegebenen Schaltung (ETZ 1904, S 331) glückte. Auch über die Elektrifizierung der Pariser Vorortlinien mittels Gleichstroms wurden neuerdings bauliche Einzelheiten veröffentlicht[28]). Vom Drehstrombetrieb der Staatsbahnen in **Italien** nennen wir zunächst die Baubeschreibung über die neuen, von BBC ausgerüsteten Lokomotiven 2C2, mit Motoren, die auf 6 und auf 8 Pole umschaltbar sind, und die parallel und in Kaskade gruppiert werden können, um Geschwindigkeiten von 37½, von 50, von 75 und von 100 km/h zu erzielen[29]); weiter sind die Baubeschreibungen über die Elektrifizierung des Mont Cenis-Tunnels[30]) sowie der Linie Savona-Ceva[31]) zu erwähnen. In **Deutschland** sind außer den Arbeiten an der städtischen Nord-Süd-Untergrundbahn zu Berlin[32]) keine Baufortschritte zu verzeichnen, ebensowenig übrigens aus **Österreich-Ungarn.** In der **Schweiz** sind für die im Umbau auf el. Betrieb befindlichen Bergstrecken der Gotthardbahn vier Probelokomotiven in Auftrag gegeben worden; eine weitere Probelokomotive wird von der Firma BBC[33]) zu Versuchen mit neuartigen Achsantrieben mit universal beweglichen Kuppelungen bereitgestellt, die in zwei Varianten, von denen die eine von der Firma selbst, die andere von O. Tschanz herrührt, erprobt werden sollen, und von welchen namhafte Gewichtsersparnisse erwartet werden. Erwähnenswert sind neue, über die im JB 1916 erwähnten Betriebserfahrungen hinausgehende Ergebniszahlen von der Rhätischen Bahn[34]), die einen unmittelbaren Vergleich zwischen

6*

Dampfbetrieb und el. Betrieb unter gewissen Voraussetzungen ermöglichen. Die Bernina-Bahn, die wie die Rhätische Bahn zwar nur schmalspurig, ihres Maschinenparks wegen aber doch auch unter den Vollbahnen zu würdigen ist, hat eine 45,6 t schwere Güterzugslokomotive von BBC[35]) im Dienst, die sowohl durch die Antriebsverhältnisse mittels vier Gleichstrommotoren von je 110 kW, als auch durch die eigenartige Anordnung von el. Schienenbremsen bemerkenswert ist. Vom Betrieb der Lötschbergbahn ist die Beseitigung von umfangreichen, durch diese Bahn verursachten Telegraphenstörungen zu melden, die durch bloße Verlegung von Erdungsstellen des Telegraphenbetriebs behoben werden konnten, wie einer einläßlichen Berichterstattung von M. Dumermuth[36]) zu entnehmen ist. Der Umbau auf el. Betrieb ist ferner im Zuge der Lötschberg-Simplon-Linie auf zwei weiteren Streckenabschnitten beschlossen worden[37]); der nördliche Abschnitt Bern-Scherzligen, von 32 km, wird im Anschluß an die Lötschbergstrecke einphasig, der südliche Abschnitt Sitten-Brig, von 53 km, wird im Anschluß an den Simplon-Tunnel zunächst dreiphasig ausgerüstet und betrieben werden. Aus **Schweden** und aus **Norwegen** ist bekannt geworden, daß die bereits im JB 1916 besprochenen Projekte bzw. Elektrifizierungsbeschlüsse weiter gefördert worden sind.

Von überseeischen Ländern kommt außer Amerika nur **Australien** in Betracht, wo das Projekt einer Elektrifizierung der Untergrundbahn von Sidney[38]) eine feste Gestalt angenommen hat.

Elektrische Straßenbahnen. Die Systeme und Fragen der el. und sonstigen Bremsung, die für Vollbahnen zurzeit so viel erörtert werden, sind auch in der Literatur der el. Straßenbahnen vertreten, einerseits durch einen Aufsatz von E. Kreissig[39]) über Bemessung des Bremseffekts unter Berücksichtigung der Massenwirkung, der Radkrümmung und der Bremsklotzhängung, und anderseits durch eine Mitteilung der Maschinenfabrik Oerlikon[40]) über elektromagnetische Schienenbremsen. Die Ursachen der Riffelbildung, die schon so oft erörtert wurden, bilden den Gegenstand eines Artikels von K. Sieber[41]); eine neue Gleisbefestigung in Asphalt- und Holzpflasterstraßen führt ein Aufsatz von A. Höfner[42]) vor. Zur Tarifbildung bei Überlandstraßenbahnen bringt ein Aufsatz von Adolph[43]) Gesichtspunkte, während R. Mauermann[44]) die Stromersparnisse im Fahrbetrieb von Gleichstrombahnen erörtert. Von A. Müller[45]) werden über die Wahl des mittleren Haltestellenabstandes Betrachtungen angestellt. Die Entwicklung der Kugellager und ihre Verwendung bei Straßenbahnen behandelt ein Aufsatz von L. Adler[46]); ebenfalls von L. Adler[47]) stammt eine Betrachtung über die Erwärmung der Motoranker, gestützt auf welche die Abänderung des bezüglichen Paragraphen der Maschinen-Normalien des VDE angeregt wird. Die Befestigung von Fahrdrähten wird einerseits durch Bekanntgabe eines zusammengesetzten Fahrdrahthalters der AEG[48]), anderseits durch die Beschreibung eines neuen Fahrdrahtisolators von BBC[49]) weiter entwickelt. Die Kettenaufhängung bei Straßenbahnen hat bemerkenswerte Ausführungen, einerseits auf der Manhattan-Brücke in New York[50]), anderseits bei der Straßenbahn Friedrichshagen-Kalkberge erfahren, bei welcher nach einem Aufsatze von O. Armknecht[51]) das Tragseil der Kettenaufhängung aus Bronze besteht und gleichzeitig als Speiseleitung dient.

[1]) El. Rlwy. Jl. Bd 49, S 32, 63. — [2]) H. Parodi, Lum. él. R 2 Bd 34, S 169, 193, 217, 248. — [3]) W. E. Cramer, ETZ 1917, S 173. — [4]) Mitt. BBC 1917, S 115. — [5]) D. D. Ewing, El. Rlwy. Jl. Bd 50, S 5. — [6]) El. Masch.-Bau 1917, S 27, 51, 75. — [7]) W. Kummer, Schweiz. Bauztg. Bd 69, S 53. — [8]) C. C. Whittaker, El. Rlwy. Jl. Bd 48, S 730. — [9]) R. E. Hellmund, Proc. Am. Inst. El. Eng. 1917, S 1. — [10]) E. E. Seefehlner, El. Masch.-Bau 1917, S 405, 417. — El. Kraftbetr. 1917, S 225, 237. — [11]) A. Jackson, Gen. El. Rev. 1917, S 484. — [12]) E. F. W. Alexanderson & G. H. Hill, Proc. Am. Inst. El. Eng. 1916, S 1453. — [13]) A. Nougier, Rev. gén. de l'El. Bd 2, S 403, 443. — [14]) F. Lydall, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 223, 263, 303. — [15]) Mitt. BBC 1917, S 10, 69. — [16]) W. Kummer, Schweiz. Bauztg. Bd 69, S 105, 290. — [17]) Gen. El. Co. El. Rlwy. Jl. Bd 49, S 66; Bd 50, S 48, 435. — [18]) W. Kummer, Schweiz. Bauztg. Bd 70, S 283.

— [19] El. Rlwy. Jl. Bd 50, S 92, 819. — [20] El. Rlwy. Jl. Bd 49, S 1048; Bd 50, S 356, 619. — [21] Rev. gén. de l'El. Bd 2, S 99. — [22] Westinghouse Co., El. Rlwy. Jl. Bd 50, S 686. — [23] El. Rlwy. Jl. Bd 50, S 716. — [24] El. Rlwy. Jl. Bd 50, S 725, 1024, 1039. — [25] Electr. (Ldn.) Bd 79, S 106, 144, 184. — [26] Rev. Gén. de l'El. Bd 1, S 287. — [27] Ch. Dachary, Rev. gén. de l'El. Bd 1, S 331, 535. — [28] C. Thomas, Rev. gén. de l'El. Bd 1, S 13, 53, 89. — [29] P. Verole u. B. Marsili, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 380. — [30] El. Rlwy. Jl. Bd 50, S 344. — [31] El. Rlwy. Jl. Bd 50, S 1150. — [32] ETZ 1917, S 305, 318. — [33] Brown, Boveri & Co., Schweiz. Bauztg. Bd 70, S 82. — [34] Schweiz. Bauztg. Bd 70, S 192. — [35] Mitt. BBC 1917, S 175, 206, 283. — [36] M. Dumermuth, ETZ 1917, S 45. — [37] Schweiz. Bauztg. Bd 70, S 250, 259. — [38] El. Rlwy. Jl. Bd 49, S 382. — [39] E. Kreissig, El. Kraftbetr. 1917, S 285. — [40] Per. Mitt. M. Oerlikon, Nr 84. — [41] K. Sieber, El. Kraftbetr. 1917, S 305. — [42] A. Höfner, El. Kraftbetr. 1917, S 61. — [43] Adolph, El. Kraftbetr. 1917, S 277. — [44] R. Mauermann, ETZ 1917, S 393, 406. — [45] A. Müller, El. Masch.-Bau 1917, S 448. — [46] L. Adler, El. Masch.-Bau 1917, S 513, 531. — [47] L. Adler, ETZ 1917, S 344. — [48] AEG, ETZ 1917, S 390. — [49] Mitt. BBC 1917, S 96. — [50] El. Rlwy. Jl. Bd 49, S 240. — [51] O. Armknecht, ETZ 1917, S 91.

Elektrische Bahnen und Fahrzeuge für besondere Zwecke.

Von Ingenieur Max Schiemann.

Akkumulator-Doppelwagen. Die seit einigen Jahren mit gutem wirtschaftlichen Erfolge laufenden Wagen für Nah- und Vorortverkehr auf Staatsbahnstrecken erfahren in diesem Jahre eine Verbesserung durch Einführung von Verbundmotoren, die eine Stromrückgewinnung in besserer Weise bewirken als reine Nebenschlußmotoren, welche sich als Zugmotoren nicht bewähren. Diese Triebwagen[1] sind neuerdings auf 180 km Fahrleistung bei einer Geschwindigkeit in der Ebene von 60 km/h gebracht worden. In bergigem Gelände wirkt die Stromwiedergewinnung günstig auf die sonst wesentlich ungünstigere Stromausnutzung der Batterien ein.

Eine **Kabel-Treidelei** mit el. Antrieb[2] ist auf dem 5 km langen Marne-Rhein-Kanal an Stelle der bisherigen animalischen Betriebsform eingeführt. In Teilstrecken von 300 bis 1000 m werden einzelne, über Kabelwinden laufende endlose Seile von Elektromotoren angetrieben. Die Geschwindigkeit ist 3 bis 4 km/h Die Kurven erhalten Leitrollen-Einrichtungen. Die Erstellungskosten sollen gering sein, über die Betriebskosten ist wegen der ungünstigen Kriegsausnutzung noch kein Abschluß möglich gewesen.

Elektromotor-Triebwagen mit Sulfitspiritusbetrieb[3] sind von einer schwedischen Waggonfabrik gebaut worden. Der Brennstoffverbrauch bei Probefahrten war 0,015 l/tkm bei 30 t Zuggewicht, die Geschwindigkeit 50 km/h. Sulfitspiritus ist ein Abfallstoff aus der Holzzellulose-Erzeugung, der sehr wohlfeil ausgenutzt werden kann.

Die **Messung des Zugwiderstandes**[4] von Motorwagen auf verschiedenen Steigungen, bei verschiedenen Geschwindigkeiten und auf verschiedenen Fahrbahnen erstreckten sich auf Rollwiderstand, mechanische und elektrische Verluste verschiedener elektrischer Motorwagen und Drehgestelle. Die Untersuchungsresultate weichen von den bekannten nicht viel ab.

Schiffsantrieb. Emmet[5] berichtet, daß das anfängliche Vorurteil allmählich zu weichen beginnt und immer mehr bedeutende Schiffbauer diesem Antrieb Vorteile abgewinnen. Die Ausrüstung eines amerikanischen Kreuzers zeigt, daß man selbst für Kriegsschiffe die Vorteile auswertet und vor den größten Leistungen nicht zurückschreckt. Insbesondere ist der Dampfturbinenantrieb auf die Vervollkommnung des el. Propellerantriebs angewiesen. — Über den gleichen Gegenstand führen Wheeler und Frank J. Sprague[6] „Rede" und Gegenrede und untersuchen weitere Möglichkeiten mit empfehlenden Begründungen.

Eine **el. Telpherlinie** im Glasgower Gaswerk beschreibt G. F. Zimmer[7]. Die Luftwagen haben 2 Th.-H.-Motoren von 25 kW für den Hub und 6 kW für die Fortbewegung. Die Motoren haben 500 V Gleichstrom-Serienschaltung. Die Fahrschiene ist mit Weichen eigenartiger Konstruktion versehen, damit mehrere Wagen verkehren können. Die Kohlen werden aus dem Bahnwagen geholt, über die Gasretorten gefahren und dort ausgestürzt.

Wanderfeld-Antrieb. Eine el. Bahnanlage mit Wanderfeldmotorenantrieb beschreibt Volckner[8] als Ersatz bzw. weitere Ausbildung des Rohrpostsystems. Die Vorläufer der Konstruktion greifen Jahre zurück, ohne zu irgendwelcher Bedeutung gelangt zu sein. Die neue Konstruktion ist als Gepäck- und Gütertransportmittel gedacht. An Stelle von Wagenmotoren ist das Triebelement ein aufgelöster Dreiphasen-Kurzschlußmotor. Der Motor ist ausgestreckt am Boden des Wagens befestigt, der Rotor ist ebenfalls als kurzgeschlossenes Element zwischen den Schienen ausgelegt. Der Wagen selbst schaltet die Rotorspulen ein und aus und erhält durch dieses Magnetspiel eine Geschwindigkeit von 40 bis 50 km/h, je nach der Periodenzahl auch mehr. Ein automatischer Streckenschutz erfolgt durch die Schaltung. Die Wagen sind 3 m lang und wiegen 1 t mit Last, der Fahrtunnel hat 1 m Durchm. Eine Versuchsanlage ist in Amerika ausgeführt.

Die **Elektrohängebahnen** mit und ohne Hubwerk finden weitere Anwendung als Massentransportmittel und als Hebe- und Transportwerke für Nahverkehr. Infolge ihrer Anpassungsfähigkeit lassen sich diese Hängebahnen für jede Förderung auch in alten verbauten Werken anwenden. Die Bleichertschen Konstruktionen werden von Wintermeyer[9] eingehend beschrieben und kritisch beleuchtet auch im Vergleich mit anderen Systemen. — Weitere Hinweise auf praktische Anwendungen der Elektrohängebahnen für Fabrikbetrieb und Schiffsbeladungen finden sich in El. Masch.-Bau[10].

Die Rauhreifbildung bei Elektrohängebahnen behandelt Seidinger[11] und gibt Mittel an, um dessen schädigenden Einfluß auf den Betrieb zu vermindern. Die Adhäsionsvermehrung durch Belastung dürfte keinen Einfluß auf den Reibungszustand zwischen Rad und vereister Schiene ausüben, da hierdurch der Reibungskoeffizient nicht verändert wird; die Eiskruste wird allerdings mechanisch zerdrückt und dadurch besserer Kontakt erzielt. Das Abschmelzen des Rauhfrostes durch untergehängte Petroleumflammen soll gute Resultate ergeben haben.

Eine **Seilschwebebahn** mit el. Antrieb über den Niagarafall bildet den Gegenstand des Berichtes einer amerikanischen Ausführung[12]; sie bietet nichts Neues.

Die älteste **el. Grubenbahn** im Steinkohlenwerk Zaukerode hat infolge der bisherigen guten Erfahrungen eine Erweiterung und Vermehrung erfahren, die Philippi[13] eingehend begründet und beschreibt. Die Bahn hat oberirdische Stromzuführung mit Schienenleitung.

El. Zugwagen mit Akkumulatorenantrieb erobern sich für bestimmte Zwecke ihr Feld. Eine zeitgemäße Zusammenfassung und Vergleichung an Hand eigener Erfahrungen im Wiesbadener Fuhrbetriebe bringt Berlit[14]. Die beiden beschriebenen Systeme lassen den auf diesem Gebiete zu beschreitenden Weg erkennen, der dem Anwendungsgebiete vorbehalten sein wird. Die Kriegsverhältnisse weisen ebenfalls auf diese Betriebsart hin, die man aber nicht mit dem Benzin-Lastwagen auf gleiche Stufe stellen darf.

El. Verschiebelokomotive. Eine eigenartige Ausführung ist der Lokomotor[15], ein niedrig gebauter Motorwagen mit Explosionsmotorbetrieb, der unter das Ende eines normalspurigen Güterwagens geschoben wird und dessen Gewicht zur Erhöhung der Adhäsion beiträgt. In erster Linie soll aber die Länge des Verschiebezuges auf Drehscheibenlänge vermindert werden, um Zeit beim Dienst zu ersparen. Die Lokomotive ist gebaut von H. Brauer & Co., Höchst a. M., ist 1,5 m lang, 2 m breit, 0,5 m hoch, entwickelt mit Adhäsionsvermehrung 1800 kg Zugkraft mit einem Motor von 15 bis 20 kW. Die gleiche Konstruktion

ist auch für el. Akkumulatorenbetrieb durchführbar und versuchsweise angewandt worden, obgleich hierbei die Adhäsionsvermehrung bereits durch die Akkumulatorenbatterie genügend erreicht sein würde.

El. Zugdienst an Wasserstraßen behandeln Koß und Büggeln[16]) in gründlicher unparteiischer Weise und kommen zu dem Schluß, daß man die Verhältnisse von Fall zu Fall abwägen muß, aber meistens Vorteile finden wird. Die Erfahrungen am Teltow-Kanal werden herangezogen und die Gesichtspunkte aufgeführt, nach denen die Beurteilung erfolgen sollte. Keineswegs ist ein abweisendes Urteil gerechtfertigt, wie dies von anderer Seite versucht wurde. Die Ufertreidelei wird ganz allgemein zugunsten der Schleppschiffahrt verworfen.

Das **Differentialgetriebe** an el. Motorwagen ist der Gegenstand eines Versuches von Conradi[17]) gegen eine Ersatzkonstruktion, die die Unannehmlichkeiten des Differentials nicht besitzt. Die Versuche zeigten, daß das Rutschen der Motorräder ohne Belang auf den Kraftverbrauch ist. Es wird hierbei fälschlicherweise auf eine Konstruktion von Schiedmann in Belgien hingewiesen, während der Berichterstatter (Schiemann in Deutschland) seit 15 Jahren eine Anzahl Differentialersatz-Konstruktionen (DRP) praktisch erprobt und allein angewandt hat unter ständiger Abneigung der Motorwagen-Industrien.

Ein **el. Kanoe**[18]) mit Akkumulatorenantrieb und Propeller für vier Personen zeigt die Anwendung el. Kraftübertragung für ein kleines Boot.

[1]) AEG-Mitt. 1917, S 22. — [2]) Schweiz. Bauztg. Bd 69, S 66. — [3]) Schweiz. Bauztg. Bd 70, S 250. — [4]) A. E. Kennelly u. O. R. Schurig, Electr. (Ldn.) Bd 78, S 436, 462. — [5]) W. R. L. Emmet, Electr. (Ldn.) Bd 78, S 665. — [6]) Wheeler u. Sprague, El. World Bd 69, S 431. — [7]) G. F. Zimmer, Engin. Bd 103, S 153, 193. — [8]) M. Volckner, El. Anz. 1917, S 333, 343, 353. — [9]) Wintermeyer, Helios Fachz. 1917, S 185, 193. — [10]) G. Steuer, El. Masch.-Bau 1917, S 342 (nach Fördertechnik 1917). — El. Masch.-Bau 1917, S 558. — [11]) E. Seidinger, Z. Ver. D. Ing. 1917, S 299. — [12]) ETZ 1917, S 111. — [13]) W. Philippi, ETZ 1917, S 1, 20. — [14]) Berlit, Z. Ver. D. Ing. 1917, S 365. — [15]) Helios Fachz. 1917, S 381. — [16]) R. Koß u. H. Büggeln, ETZ 1917, S 333, 452. — [17]) C. G. Conradi, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 860. — [18]) El. Rev. (Ldn.) Bd 81, S 250.

Hebezeuge, Transport- und Verladevorrichtungen.

Von Prof. Rud. Krell.

Verladebrücken und Krane. H. Hermanns[1]) bespricht eine neue el. betriebene Anlage zum Verladen und Brechen von Eisenerzen, gebaut von der Maschinenbau-A.-G. Tiegler für die Deutsch-Luxemburgische Bergwerks- und Hütten-A.-G. Der Erzbrecher wird zur Vermeidung von Leerfahrten mit der Verladebrücke verfahren. Der Drehkran auf der Verladebrücke hat eine Tragfähigkeit von 15 t und ist für Zweiseilgreiferbetrieb eingerichtet. Die Geschwindigkeiten und Motorgrößen sind folgende: Heben 60,8 m/min, 2 Motoren je 118 kW, 480 Umdr./min; Drehen 2,22mal eine volle Umdrehung in der Minute, 30 kW, 610 Umdr./min; Drehkranfahren 163 m/min, 72 kW, 680 Umdr./min; Brückenfahren 30 m/min, 72 kW, 680 Umdr./min; Erzbrecher, Verbundmotor 55 kW; 2 Schurrenwindenmotoren je 3,7 kW; im ganzen also 470 kW. Die außerordentlich großen Leistungen dieser Anlage zeigen das Bestreben der deutschen Hüttenwerke, auch unter den heutigen schwierigen Verhältnissen sich für die Zeit nach dem Kriege wohl zu rüsten.

Im Jahre 1916 wurden, wie G. H. Hutchinson[2]) mitteilt, in Nordamerika im ganzen 77 Mill. t Erz verschifft, davon etwa 85% auf dem Lake Superior. Dementsprechend haben sich die dortigen Verladeeinrichtungen weiter entwickelt. Die normale Verladungszeit für 10000 bis 12000 t beträgt nach Angabe 3 bis 6 h. Auch der Umschlag an Kohle ist dort sehr bedeutend. 15 t-Hulett- und 8 t-Heyl- und Patterson-Greiferkrane, Brownhoist-Kipper und -Verladebrücken werden zur Bewältigung des Umschlagverkehrs herangezogen.

Fördermaschinen und Aufzüge. Wintermeyer[3]) bespricht die Schachtförderung mit Gleichstrom- und Drehstrommotoren. — D. Burns[4]) beleuchtet die Vorteile des el. Antriebes für Schachtwinden. Auch ein Vergleich des Dampfantriebes mit dem el. Antrieb für Fördermaschinen der südafrikanischen Minen[5]) ergibt eine beträchtliche Überlegenheit des letzteren und hier wieder erscheint der Gleichstrombetrieb mit Ward-Leonardschaltung etwas vorteilhafter als der Drehstrombetrieb. Von einer der größten el. Fördermaschinenanlagen Nordamerikas mit Ilgner-Ward-Leonardschaltung auf der Elm Orlu Mining Co., Butte, Montana gibt R. S. Sage[6]) genaue Daten und Versuchsergebnisse. W. Philippi[7]) beschreibt zwei Schachtfördermaschinen des Kgl. Steinkohlenwerks Zauckerode bei Dresden, von denen die Hauptschacht-Fördermaschine auf dem Carola-Schacht, für 435 m Teufe und eine Leistung von 73 t/h bei $v = 10$ m/s bemessen, nach der Ilgnerschen Anordnung gebaut ist, während die für Mannschaftsförderung bestimmte Fördermaschine des König-Georg-Schachtes, mit einer Teufe von 560 m und $v = 5$ m/s, mit Leonardschaltung ausgestattet wurde. — Die Einschaltung der verschiedenen Widerstandsstufen durch Magnetspulen vermittelst eines Meisterschalters bei großen el. betriebenen Fördermaschinen wird von E. C. Gooch[8]) behandelt und das Schema einer solchen Hochspannungsschalteranlage für einen Schleifring-Induktionsmotor gegeben.

Mit Erfolg ist bereits auch vollständig automatische Bergwerksförderung von der General Electric Co. auf den Kupferbergwerken in Miami, Arizona nach Bericht von H. K. Burch und M. A. Whiting[9]) ausgeführt worden. In zwei dreiteiligen Schächten mit je 190 m Teufe sind zwei unabhängige, ausbalanzierte Förderungen untergebracht. Die dritte Abteilung in dem einen Schacht dient zur Mannschaftsförderung mit einem Gegengewicht, das in der dritten Abteilung des zweiten Schachtes geführt ist. Jeder Förderkorb führt 12,5 t und wird durch eine Spilltrommel bewegt, die das ablaufende Seilende einer mit ihr gekuppelten Wickeltrommel übergibt. Die Seilgeschwindigkeit beträgt 3,75 m/s. Jede Winde wird von einem Gleichstrom-Nebenschlußmotor für 425 kW, 575 V, 264 Umdr./min angetrieben. Die Motoren erhalten Strom von einem Schwungrad-Umformersatz, der aus einem Induktionsmotor für 625 kW, 2300 V, 25 Per./s mit Flüssigkeitswiderstand zur Schlupfregelung, zwei auf der Welle sitzenden Gleichstrommaschinen für je 500 kW, 575 V, einer Erregermaschine für 20 kW, 120 V und einem 8950 kg schweren Schwungrad von 2,85 m Durchmesser besteht. Jeder Windenmotor ist an eine der Gleichstrommaschinen angeschlossen und die Regelung erfolgt durch Änderung der Erregung der letzteren. Die Aufzüge 1 und 2 steuern sich gegenseitig, indem der eine Aufzug jeweils den Steuermotor des andern Aufzugs am Ende seiner Fahrt erregt. Auch die Beladung der Förderkörbe in der Grube ist automatisch eingerichtet. — Dieselben[10]) berichten weiter von einem Förderhaspel der Arizona Copper Co., welcher bei 1,3 m/s Seilgeschwindigkeit mit Druckknopfsteuerung, ähnlich wie bei Aufzügen, selbsttätig bedient wird. Ein Förderhaspel der Inspiration Consolidated Copper Co. mit 2 m/s Seilgeschwindigkeit wird unter Anwendung der Leonardschaltung bei Materialförderung ebenfalls mittels selbsttätiger Steuerung bedient, wird dagegen bei Mannschaftsförderung vom Maschinisten gesteuert.

R. Dab[11]) bespricht Einzelheiten verschiedener el. betriebener Aufzüge, hebt die unbefriedigende Übereinstimmung der bisher üblichen Seilberechnungsweise mit den Erfahrungen hervor und macht auf die von Benoit vorgeschlagene Berechnungsart aufmerksam, die auf breiterer Versuchsgrundlage aufgebaut ist und sich bald durchsetzen dürfte. Fortschritte in der Ausbildung der Fangvorrichtungen sind in den letzten 17 Jahren kaum zu verzeichnen. — Wintermeyer[12]) behandelt eingehend die el. Sicherungen an Aufzügen, wie Endausschalter, Schlaffseilschalter, Türsicherungen; ferner die baulichen Einzelheiten der Druckknopfsteuerungen und die Steuerungen el. betriebener Hochofen-Schrägaufzüge, besonders die Bauarten der SSW, der AEG und der Otis Elevator Co.

Hütten- und Stahlwerkkrane. Die mannigfache und vielgestaltige Anwendung des el. Antriebes bei den wichtigsten Hebe- und Transportvorrichtungen im Stahlwerk werden von Wintermeyer[13]) geschildert, ferner auch die Beschickungsvorrichtungen für Hoch-, Kupol-, Martin-, Wärme- und Generatorgasöfen. F. G. Smith[14]) bespricht el. betriebene Chargiermaschinen und Blockkrane in Stahlwerken und gibt das Schaltschema für eine Chargiermaschine. — Eine neue Art der mechanischen Koksverladung zeigt die von der Firma Karl Still[15]) für die Zeche Minister Achenbach (Dortmund II) gebaute, el. angetriebene fahrbare Koksverladeeinrichtung. Sie kann auf jeder Rampe mit Handverladung ohne vorherige Umbauten Verwendung finden, erforderlichenfalls kann auch jederzeit die Handverladung mit Karren wieder aufgenommen werden. Für eine Batterie von 52 Öfen werden 2 Leute in je 12stündiger Schicht benötigt, gegen 5 bei Verladung von Hand. Eine ähnliche, jedoch noch einfachere Bauart findet sich auf der Zeche Concordia IV/V (Oberhausen). — A. Meade[16]) beschreibt verschiedene Koksausdrückmaschinen.

Hängebahnen und Kabelkrane. G. F. Zimmer[17]) bespricht die Vorzüge der Elektrohängebahnen, weist auf die anfänglichen Schwierigkeiten beim Bau der Hängebahnweichen hin und beschreibt einige Ausführungen. Ihre Bedeutung für Gaswerke behandelt Wintermeyer[18]). Die Maschinenfabrik Oerlikon[19]) baut Motorlaufwinden, die mit 4 Rollen Kurven bis 5 m Radius, mit 8 Rollen in zwei Drehgestellen Kurven bis 2 m Radius durchfahren können und mit 6 Rollen ausgestattet werden, wenn es sich um möglichst stoßfreies Überfahren von Unterbrechungsstellen handelt. — H. H. Dietrich[20]) beschreibt eine von Adolf Bleichert u. Co. für die Zuckerfabrik Malchin zum Transport von Rüben, Schnitzel, Kalkstein, Kohle und Schlamm gelieferte Drahtseilbahn und gibt an, daß die täglichen Förderkosten der Zuckerfabrik, die früher M 120 betrugen, nach Errichtung der Drahtseilbahn auf M 32 sanken, so daß die Drahtseilbahnanlage in weniger als 5 Jahren vollständig abgeschrieben werden konnte. Auch die umfangreichen Schwebebahnanlagen der Barther Aktien-Zuckerfabrik werden behandelt.

Bei dem Bau der neuen Ostseeschleuse des Kaiser Wilhelm-Kanals bei Holtenau wurden 5 el. betriebene Kabelkrane, Bauart Pohlig[21]) mit Ausrüstung der AEG verwendet. Die Spannweite betrug je 160 m, die Baugrubentiefe 25 m. Hub- und Katzfahrtrommel wurden von einem Motor (55 kW) vermittelst einer magnetisch betätigten Bremsband-Kupplung angetrieben Die Laufkatze hatte 8 Räder. Zum Verfahren des Krans dienten zwei Motoren zu 7 kW. Jeder Kran konnte stündlich 50 m³ leisten.

Baggermaschinen. H. Hermanns[22]) erörtert die Vorteile des el. Antriebes für Eimer-, Schaufel- und Löffelbagger im Vergleich zu Dampfantrieb an Hand verschiedener Baggerkonstruktionen. Nähere Angaben über einen el. betriebenen, von Menck und Hambrock[23]) gebauten Löffelbagger sind folgende: Grabhöhe 12 m, Ausladung 8,5 m, Spurweite 3,389 m, Drehstrom 500 V, 50 Per/s. Hubmotor 130 kW, Motor für das Vorschubwerk 65 kW, Dreh- oder Fahrmotor (umkuppelbar) 50 kW. Der Löffel faßt 3 m³ und kann mit einer größten Windekraft von 30000 kg bewegt werden. Die im Tagbau bei 7stündiger Arbeitszeit erreichbare Leistung beträgt 650 t Kohle.

Wagenkipper. Wintermeyer[24]) stellt verschiedene Bauarten zusammen und bespricht besonders eine el. betriebene Kipperanlage, aus 4 Hochkippern bestehend, die neuerdings für die Trustees of Clyde Navigation in Glasgow errichtet wurde. Während die Steuerung der Motoren bei derartigen Anlagen für gewöhnlich durch Handsteuerung vermittelst Schaltwalze erfolgt, wurden bei dieser größeren, stark beanspruchten Kipperanlage die Motoren, mit Ausnahme des Motors für den Hilfskran, durch Schwungradsteuermaschinen mit Leonardschaltung gesteuert. Jeder der drei Maschinensätze der Zentrale, von denen einer als Reserve dient, umfaßt 1 Dampfmaschine von 330 kW, 2 Steuerdynamos von je 300 kW, 1 Krandynamo von 150 kW und ein 16 t schweres Schwungrad. Je zwei Kipper werden durch einen Maschinensatz bedient, wodurch ein gewisser

Belastungsausgleich erzielt wird. Im Unterwagen des Aumund-Pohligschen[25]) fahr- und drehbaren Wagenkippers sind zwei Motoren zum Heranholen der Eisenbahnwagen und zum Verfahren des Kippers untergebracht, ersterer mit 22 kW, letzterer mit 9 kW. Im Oberteil befinden sich der Hubmotor mit 66 kW und der Drehmotor mit 9 kW. Der Kipper kann in 1 h bis zu 15 Eisenbahnwagen von 10 bis 15 t Ladefähigkeit entleeren. — Auch Krane für andere Zwecke werden bisweilen zum Kippen von Wagen verwendet. So z. B. ein Drehscheibendrehkran[26]) auf fahrbarem Bockgerüst von 32 t Tragfähigkeit mit einem greiferwindwerkartigen Hubwerk. Er wird zum Kippen von Kohlenwagen in Schiffe verwendet, wobei eine Leistung bis zu 20 Wagen in der Stunde möglich sein soll.

Spille. Für die brasilianische Marine[27]) wurden el. betriebene Schiffsspille gebaut, die nach Abkupplung des Motorantriebes auch von Hand bedient werden können. Die Spille für den brasilianischen Bergungsdampfer Ceara[28]) arbeiten mit Ankerketten von 51 mm Ketteneisenstärke und sind für einen normalen Kettenzug von 9 t und einen maximalen von 25 t bemessen. Der Motor mit Verbundwicklung, 110 V, 18,2 kW, 300 Umdr./min, treibt durch ein horizontalliegendes Schneckengetriebe und Stirnradvorgelege auf die Spillachse. Bei Handbetrieb wird das Triebwerk vermittelst zwischengeschalteter Kupplung abgeschaltet.

Verschiedene Fördervorrichtungen. Für das Laden und Löschen von Schiffen werden die verschiedensten Fördervorrichtungen für sich oder auch in Verbindung miteinander verwendet. F. G. Mitchell[29]) bespricht Bandtransportanlagen für Erz- und Kohlenverladung und weist auf die große Leistungsfähigkeit der Bandtransporte hin. Im besonderen werden Einrichtungen, wie sie in Durban aufgestellt wurden, behandelt. Auch in Port Kemblar[30]) ist für Kohlenverladung eine Stahl-Förderbandanlage mit einer stündlichen Leistung von 300 bis 500 t errichtet. Die ganze Kohlenmenge geht zunächst über ein einziges Stahlband, von dem aus die weitere Verteilung nach den Schiffen durch zwei anschließende Stahlbänder erfolgt. Die Gesamtleistung der verwendeten Motoren beträgt 160 kW. Das Verladen von körnigem Schüttgut[31]) (Getreide, Samen, Nüsse usw.), sowie von schüttgutartigen Nahrungsmitteln, wie Fleisch, Bananen auf el. Wege ist weiter vervollkommnet worden. Besonders hervorzuheben ist eine transportkettenartige Vorrichtung mit Gurttaschen für die Aufnahme des Stückgutes. — Getreidespeicher sind nur während weniger Wochen der Erntezeit in vollem Betrieb. Daher ergibt sich ein ungünstiger Jahresbelastungsfaktor. Amerikanische Getreidespeicher werden, wie F. F. Espenschied[32]) mitteilt, im allgemeinen durch Dampfmaschinen oder Gasmotoren betrieben. Bei el. Betrieb werden gewöhnlich Drehstrommotoren mit Kurzschlußanker verwendet und an ein EW angeschlossen. Die Einrichtungen sind derart, daß vom Schiff oder Wagen das Getreide durch Transportbänder und Aufzüge auf die Höhe der Speicher gebracht wird, wo es Transportbänder auf die einzelnen Speicherkammern verteilen. Die Entnahme des Getreides erfolgt durch unterhalb der Speicherkammeröffnungen entlanggeführte Transportrinnen. Der Anschluß an eine Ortszentrale ist billiger und technisch vorteilhafter als der Betrieb mit Dampfmaschinen oder Dampfturbinen.

In den Feuerungsbetrieben hat der Elektromotor weiter Verbreitung gefunden. Pradel[33]) beschreibt eine für die Altonaer Müllverbrennungsanlage von der Vesuvio A.-G. gelieferte, el. betriebene und fahrbare Vorrichtung für die Beseitigung der sich bildenden Schlackenkuchen. Für die Entfernung der Flugasche und der Rückstände von nicht stark schlackenden Kohlen haben sich in den letzten Jahren vielfach el. betriebene Saugluftförderanlagen eingebürgert. Für kleine Kesselanlagen werden dieselben fahrbar, für größere ortsfest ausgeführt. So wurde für die Rheinisch-Westfälischen EW in Knapsack bei Köln von den SSW, die bereits eine größere Zahl Ausführungen aufgestellt haben, eine Saugluftförderanlage geliefert, bei welcher jede Kesselhaushälfte, bei einer Luftleistung von 35 m³/min etwa 40 kW benötigt. Die Förderleistung beträgt dabei für ein Aggregat stündlich zwischen 5 bis 10 m³ Asche und Schlacke. Die

Saugluftpumpe ist eine Kreiselpumpe mit einem durch die Rotation sich bildenden Dichtungsflüssigkeitsring. — J. W. White[34]) und W. H. Atherton[35]) besprechen die Verwendbarkeit el. betriebener Drahtseilbahnen, Becherwerke, Kratzer, Transportbänder und Elevatoren für die Förderung von Kohle und Asche in Kesselhäusern.

Die Ausstattung von Eisenbahngüterstationen mit el. betriebenen Verladevorrichtungen schreitet weiter fort. R. T. Smith[36]) bespricht die Laufkrane, Drehkrane, Velozipedkrane, Bockkrane, Spille, Schiebebühnen, Transportbänder und Aufzüge verschiedener nordamerikanischer Bahnhöfe, besonders der Great Western Railway[37]) und gibt für einige derselben Stromverbrauchs-Diagramme. Auch eine neue Ausbildung des Schleppwagenantriebes[38]) für Lokomotivdrehscheiben von 14 bis 23,5 m Durchmesser ist zu erwähnen, bei welcher der Führerstand auf dem Schleppwagen angebracht ist. Eine Drehscheibe von 23,5 m kann mit 180 t belastet, mit diesem Schleppwagen 1 Umdrehung in 87 s ausführen. Daß Stapelelevatoren für Lagerschuppen sich bei zweckentsprechender, billiger Ausführung wirtschaftlich gut bewähren, hat sich trotz anfänglicher Mißerfolge erwiesen. Ein fahrbarer Stapelelevator[39]) mit el. Antrieb zum Verladen schwerer Ballen auf Eisenbahnwagen gibt ein neues Beispiel dafür. Nach den Betriebsergebnissen würde sich der Stapelelevator bei M 1100 Anlagekosten und einer Verzinsung und Tilgung von 20% schon nach Ablauf eines Monats bezahlt machen, wenn mit ihm täglich wenigstens 50 Stück 250 kg schwere Ballen verladen würden. — Einige Werkstattkrane[40]) für die Bewegung leichterer Lasten sind in beachtenswerter Weise ausgebildet.

Flaschenzüge mit Deri-Motoren bespricht H. Hermanns[41]) und weist auf die Vorteile hin, die hauptsächlich in dem Fortfall aller Anlaßvorrichtungen und Widerstände und ferner in dem Vorhandensein eines hohen Motoranzugsmomentes liegen. — Lastmagnete[42]) werden nach ihren Betriebskosten unter verschiedenen Verhältnissen untersucht und Wintermeyer[43]) behandelt ausführlich die Bauarten der Lastmagnete, die Gestaltung der Polfläche, Durchbildung der Spulen und die Schaltung. Es wird ein an den Phönix für einen Gießereikran gelieferter Fingermagnet mit 500 beweglichen Polen erwähnt und die Leistungsfähigkeit moderner Lastmagnete, je nach der Art des zu fassenden Materials, angegeben zu 800 kg Späne, 1000 kg Masseln oder Schrott, 3000 kg Bleche, 5000 kg Schienen und 15000 bis 20000 kg Blöcke. — Typen von Ein- und Zweikettengreifern[44]) werden besprochen und die Schaltung für einen el. betriebenen Greifer gegeben.

Allgemeines. L. Kadrnozka[45]) untersucht in eingehender Weise die Senkschaltungen für Gleichstromkrane. Die Verhältnisse beim Senkvorgang werden rechnerisch verfolgt und die Wirkung der Selbsterregung und Fremderregung behandelt. Die Ergebnisse eines untersuchten Hubwerkes werden mitgeteilt, die Schaltungen verschiedener Firmen besprochen und verglichen und eine neuartige Schaltung angegeben. — Die Maschinenfabrik Oerlikon[46]) baut eine Senkbremsschaltung für Drehstrommotoren, bei welcher der Ständer in der Senkperiode von einer mit dem Hubmotor gekuppelten Gleichstrommaschine gespeist wird, so daß er, von der sinkenden Last als Generator angetrieben, stromliefernd auf die Läuferwiderstände arbeitet. — H. H. Broughton[47]) weist auf die Wichtigkeit hin, im Transportwesen die Handarbeit durch Maschinenarbeit zu ersetzen, und erläutert dies weiter an Hand von verschiedenen el. betriebenen Einrichtungen auf Schiffswerften, Stahlwerken und Verladeplätzen. — C. M. Toplis[48]) beleuchtet die Vorteile des el.-, Dampf-, und hydraulischen Antriebes bei Kranen und zeigt die Abhängigkeit der Untersuchung von der Größe der Lastgeschwindigkeiten.

Es kommt häufig vor, daß sich Kran- und Kranbahnschleifleitungen[49]) infolge von Schwankungen während des Betriebes nicht in die Drahtauflage einlegen, sondern sich neben ihr hinuntersenken und sich infolgedessen, wenn der Kran oder die Laufkatze das nächste Mal vorbeifährt, Zerstörungen und Betriebsstörungen ergeben. Durch gelenkig gelagerte Drahtauflagen wird dieser

Gefahr begegnet. Versuche an einer sehr stark angestrengten Trägerverladeanlage mit solchen Drahtauflagen haben das Ergebnis gehabt, daß seitdem keine Störungen mehr an den Schleifleitungen eintraten.

[1]) H. Hermanns, ETZ 1917, S 426. — [2]) G. H. Hutchinson, Electr. (Ldn.) Bd 80, S 363. — [3]) Wintermeyer, El. Anz. 1917, S 433, 451, 471, 483, 494. — [4]) D. Burns, Electr. (Ldn.) Bd 80, S 40. — [5]) El. World Bd 69, S 662. — [6]) R. S. Sage, Electr. (Ldn.) Bd 80, S 74. — [7]) W. Philippi, ETZ 1917, S 1, 20. — [8]) E. C. Gooch, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 886. — [9]) H. K. Burch u. M. A. Whiting, El. Masch.-Bau 1917, S 97. — [10]) H. K. Burch u. M. A. Whiting, ETZ 1917, S 273. — [11]) R. Dab, El. Masch.-Bau 1917, S 549. — [12]) Wintermeyer, Elektrot. Rundsch. 1917, S 2. — El. Anz. 1917, S 171, 177, 179. — El. Masch.-Bau 1917, S 157. — [13]) Wintermeyer, Z. Ver. D. Ing. 1917, S 655, 670. — El. Kraftbetr. 1917, S 325. — [14]) F. G. Smith, Electr. (Ldn.) Bd 80, S 423. — [15]) Karl Still, El. Kraftbetr. 1917, S 181. — [16]) A. Meade, Electr. (Ldn.) Bd 80, S 419. — [17]) G. F. Zimmer, Electr. (Ldn.) Bd 80, S 434. — [18]) Wintermeyer, Jl. Gas Wasser 1917, S 546, 557. — [19]) Maschinenfabrik Oerlikon, El. Masch.-Bau 1917, Anhang, S 301. — [20]) H. H. Dietrich, Dingl. Polyt. J. Bd 332, S 51. — [21]) El. Masch.-Bau 1917, Anhang, S 117. — [22]) H. Hermanns, ETZ 1917, S 503. — [23]) El. Masch.-Bau 1917, S 48. — [24]) Wintermeyer, El. Kraftbetr. 1917, S 177, 189. — [25]) Mitt. AEG 1917, S 26. — [26]) Engin. Bd 104, S 326. — [27]) Engin. Bd 103, S 152. — [28]) ETZ 1917, S 303. — [29]) F. G. Mitchell, Electr. (Ldn.) Bd 80, S 371. — [30]) Elektrot. Rundsch. 1917, S 153. — [31]) Electr. (Ldn.) Bd 80, S 388. — [32]) F. F. Espenschied, El. World Bd 69, S 1246. — El. Masch.-Bau 1917, S 509. — [33]) Pradel, El. Anz. 1917, S 209, 231. — [34]) J. W. White, Electr. (Ldn.) Bd 80, S 443. — [35]) W. H. Atherton, Electr. (Ldn.) Bd 80, S 429. — [36]) R. T. Smith, Electr. (Ldn.) Bd 80, S 376. — [37]) Engin. Bd 103, S 222. — [38]) Engin. Bd 104, S 384. — [39]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 581. — [40]) Engin. Bd 103, S 594; Bd 104, S 245. — [41]) H. Hermanns, El. Masch.-Bau 1917, S 463. — [42]) Electr. (Ldn.) Bd 80, S 426. — [43]) Wintermeyer, Helios Exportz. 1917, S 325, 345, 365, 381. — [44]) Electr. (Ldn.) Bd 80, S 416. — [45]) L. Kadrnozka, El. Kraftbetr. 1917, S 29, 51, 69. — [46]) Maschinenfabrik Oerlikon, El. Masch.-Bau 1917, S 450. — [47]) H. H. Broughton, Electr. (Ldn.) Bd 80, S 397. — [48]) C. M. Toplis, Electr. (Ldn.) Bd 80, S 410. — [49]) El. Kraftbetr. 1917, S 291.

Maschinenantrieb in Fabriken, Pumpen, Werkzeugmaschinen und elektrische Werkzeuge. Landwirtschaftlicher Betrieb.

Von Prof. Dr.-Ing. A. Brückmann.

Maschinenantrieb. Die weitgehende, durch die Umstände gegebene Verwendung von Ersatzstoffen im Elektromaschinenbau hat sich bisher auch, soweit Motoren in Frage kommen, bewährt. Zurzeit macht es sich besonders empfindlich bemerkbar, wenn in einer älteren Anlage eine zu niedrige Spannung gewählt wurde, mit der die heute verlangte Leistungssteigerung, noch dazu unter Verwendung von Zink und Eisen in den Verteilungsnetzen, kaum bewältigt werden kann. Es zeigt sich mehr und mehr, daß als Verteilungsspannung größerer Leistungen für Drehstrom mindestens 380 V, für Gleichstrom mindestens 440 V gewählt werden sollten, in besonderen Fällen, in denen man die Erfüllung der Hochspannungsvorschriften vermeiden möchte, kommt vielleicht noch 220 V Gleichstrom in Betracht, dagegen haben sich 110 V und 190 V als durchgehend zu niedrig erwiesen. Die Verwendung des elektrischen Stromes an der Front ist sehr beliebt, obwohl, den besonderen Umständen Rechnung tragend, die Frage der Wirtschaftlichkeit hinter anderen Gesichtspunkten zurücktreten muß. So beschreibt K. Raasch[1]) die Kraftanlage eines mittleren Kraftwagenparks, bei der eine für 110 V bestimmte Dynamomaschine wegen des Spannungsabfalles in der teilweise aus Eisenrohr hergestellten Leitung von 40 V mit 150 V arbeiten muß und eine künstliche Belastung durch Wasserwiderstand mit 30 A Stromaufnahmefähigkeit vorgesehen werden mußte. Von 15 kW erzeugter Lei-

stung werden zurzeit nur 7—8 kW nutzbar verwendet. Bedingt sind diese ungünstigen Verhältnisse durch die notwendigerweise wahllos erfolgte Zusammenstellung der Maschinen, einer Wasserturbine von 13—15 kW, einer Dynamo von 22 kW und einer Motorleistung von etwa 7 kW.

Pumpen und Wasserhaltungen. In Helmstedt mußte wegen schwieriger Brennstoffbeschaffung im Bahnwasserwerk ein Benzinmotor durch Drehstrommotor ersetzt werden. Nach Schmedes[2]) wurden bei einem Strompreis von 8 Pf./kWh jährlich 1200 M erspart, ebenso wurde in Wolfenbüttel eine Dampfpumpe gegen eine elektrische Kreiselpumpe ausgewechselt, wodurch infolge des Wegfalles der Anheizkosten für den Kessel der Preis für 1 m³ Wasser bei 10 Pf./kWh von 38,34 Pf. auf 9,4 Pf. sank. Beide Anlagen werden selbsttätig elektrisch gesteuert, die zweite auch in der 8 m langen Saugleitung. In Börsum wurde eine von zwei stehenden Dampfpumpen dadurch für elektrischen Betrieb umgebaut, daß an Stelle des Dampfkolbens und Zylinders eine besondere Führung für den Plunger angeordnet wurde. Der Antrieb erfolgt mittels einer Übersetzung nach Heuer durch einen Gleichstrommotor mit 700 Umdr./min. Dampfturbopumpen[3a]) werden mit den bisherigen Kolbenpumpen erst bei großen Einheiten vergleichbar. In England kommt neuerdings eine elektrisch angetriebene Plungerpumpe[3b]) auf den Markt, die mit geräuschloser doppelter Kettenradübersetzung ausgerüstet ist. Auch bei Preßwasserpumpen für Kranbetrieb treten an Stelle der Dampfpumpen elektrisch angetriebene; so sind für verschiedene Hafenanlagen[4]) der Ostsee und der Mittelmeerküste Pumpen mit 170 kW bei 5000 V und 1500 Umdr./min bei einer Wassermenge von 1200 l/min bei 55 atm ausgeführt, die zur sicheren Rückführung des Wassers einen besonderen unter 1 bis 1,5 atm Druck stehenden Wasserbehälter besitzen. Schleusenanlagen[5]) werden statt durch Druckwassermotoren ebenfalls mit elektrischem Antrieb ausgerüstet, der ein schnelleres Arbeiten gestattet. So können die beiden Umläufe von 4 m² Querschnitt der Schleuse bei Leer in 50 s geöffnet werden. Auch bei den Hamburger Hafenschleusen, der neuen Hafenanlage in Bremen, der Wiener Donauschleuse und der dazugehörigen Wehranlage ist der elektrische Antrieb zum Bewegen der Tore und Ziehen von Tafelschützen in Anwendung gebracht. Die größte europäische Klappbrücke von 42 m Stützweite[6]) über den Trollhättakanal ist neben Handantrieb für 4 Mann mit elektrischem Antrieb von 31 kW ausgestattet, der bei 100% Überlastbarkeit sechsmaliges Öffnen in der Stunde ermöglicht. Die Zeichen an den Zufahrtsstraßen sind mit den Antriebsmaschinen elektrisch verriegelt. Für Wasserhaltungen unter Tage[7]) werden schnellaufende Motoren der Halbdurchzugsbauart bevorzugt, wobei die Kühlluft durch Stutzen mit Filtereinsätzen zugeführt wird.

Fächer und Gebläse. Kleinere Gebläse mit Gleich- und Drehstromantrieb werden zur Belüftung von Schmiedefeuern[8]) verwandt, während ein Fächer für die Beseitigung der Rauchgase sorgt. Kleine schnellaufende, luftgekühlte Kolbengebläse[9]) (vgl. JB 1916, S. 106), die für gleichbleibende Fördermengen bestimmt sind, werden zur Versorgung von Preßluftwerkzeugen angewandt, ihr Kraftbedarf beläuft sich bei 200 l/min und 5 atm bis 1200 l/min und 7 atm auf 2,4 bis 11,5 kW. Seitens der AEG wird ein schwenkbarer Fächer[10]), dessen Bewegung durch Schubstange von der Motorachse betätigt wird, in den Handel gebracht. Nach O. Sorge ist ein Zimmerspringbrunnen (DRP 281749) zur Anfeuchtung der Zimmerluft gebaut, in dessen Strahl die angesaugte Luft durch einen Fächer geblasen wird. J. Sattler, Krefeld, brachte eine neue elektrische Regelung für Raumbefeuchtung in Spinnereien und Webereien auf den Markt, bei der mittels zweier voneinander getrennter, aber abhängiger Stromkreise der Stromschluß des Hilfsstromkreises nach eingeleiteter Steuerbewegung unterbrochen wird. Elektrische Gebläse in den Zügen von Feuerungsanlagen haben sich nach Grempe[11]) als sehr geeignet zur Beseitigung der Rauch- und Rußplage erwiesen und gestatten nebenbei die Beseitigung hoher Kamine, die gegenwärtig verräterische Ziele für die Beschießung und Bombenabwürfe bilden können. Durch Einbau solcher Gebläse in die Absaugeleitung von Lokomotivschuppen

läßt sich die Anheizdauer der Maschinen auf ein Drittel vermindern, wodurch eine wertvolle Erhöhung der Betriebsbereitschaft erzielt wird.

Eis- und Kühlanlagen. Die Elektrofrigor-Kältemaschinen-Gesellschaft[12]) stellt kleine, mit Methylchlorid als Kältegemisch arbeitende Kältemaschinen (vgl. JB 1916, S. 107) in senkrechter Anordnung her, die nach Anbringung eines Ausschnittes im Deckel des Eiskastens in vorhandenen Haushaltungseisschränken ohne weiteres verwandt werden können.

Metallbearbeitung. Bei der zurzeit hauptsächlich in Frage kommenden Massenherstellung erhöht ein der Werkzeugmaschine[13]) gut angepaßter und eingegliederter elektrischer Antrieb Menge wie Güte des Erzeugnisses. Druckknopfsteuerung gestattet einfaches Ein- und Ausschalten, sowie Umsteuern von verschiedenen Plätzen aus. Das Anlassen von Drehstrommotoren kann bis 37 kW durch selbsttätige Sterndreieckschalter erfolgen, darüber hinaus werden zweckmäßig selbsttätige Schützenanlasser gewählt. Zur Geschwindigkeitsregelung bei Drehstrom eignen sich Kollektormotoren, die zur Vermeidung eines besonderen Reglertransformators mit Anzapfungen im Ständer versehen werden. Gegebenenfalls wird die Ständerwicklung über den Sternpunkt hinaus verlängert, um Spannungen für übersynchronen Lauf abgreifen zu können. Selbsttätige Bolzendrehbänke, bei denen sich die verschiedenen Riemen an der Maschine nicht vermeiden lassen, erhalten ebenso wie Mehrspindelbohrmaschinen und fahrbare Radialbohrmaschinen zweckmäßig Einzelantrieb. Schwere schnellarbeitende Umkehrantriebe werden mit umsteuerbaren Motoren oder magnetisch gekuppeltem Wendegetriebe ausgerüstet. Ortsveränderliche Schleifmaschinen werden mit vollkommen gekapseltem Motor versehen, um sie auch zum Naßschleifen verwenden zu können und mit nachstellbaren Lagern zur Beseitigung axialen und radialen Spieles ausgeführt. Die Frage des Einzel- oder Gruppenantriebes[14]) läßt sich dahin beantworten, daß für größere sowie einzelne stoßweise betriebene und ortsveränderliche Maschinen sich Einzelantrieb empfiehlt, während die Zusammenfassung von 10 bis 20 Maschinen zu möglichst gleichartigen Gruppen schon wegen der geringeren Anzahl von Aushilfsmotoren und Ersatzteilen, ebenso wie durch die Verringerung der aufgestellten Leistung und somit des Anlagekapitals wo irgend möglich anzuwenden ist. Vorhandene oder erforderliche Wellenkreuzungen sind allerdings ein Hindernis für die Bildung solcher Gruppenantriebe. Nach E. Rosseck[15]) gestaltet sich der elektrische Betrieb für Hämmer erst bei einem höheren Kohlenpreis wirtschaftlich, trotzdem ein mit elektrisch erzeugter Preßluft angetriebener Hammer 35% Wirkungsgrad gegen einen solchen von nur 1,9% des Dampfhammers besitzt. Bezogen auf gleiche Formänderung, sind für einen Hammer von 500 kg Bärgewicht bei 7,5 Pf./kWh und 2,7 M/t Kohlenpreis die Betriebskosten annähernd gleich; dagegen belaufen sich die Anlagekosten eines Dampfhammers nur auf die Hälfte eines solchen mit elektrischem Antrieb. Heintzenberg[16]) gibt an, daß trotz einer durchschnittlichen Steigerung der Preise von Gas um 14,7% und Elektrizität um 22%, der Anschaffungskosten für einen Elektromotor um 120% gegen die eines Gasmotors um 40% im Kriege, der Elektromotor bis zu etwa 600 jährlichen Betriebsstunden, die seitens des Kleingewerbes selten überschritten werden, wirtschaftlicher arbeitet.

Holzbearbeitung. Der elektrische Antrieb von Großkraftschleifern[17]) gestaltet sich durch die einfache Regelungsmöglichkeit der Belastung besonders wirtschaftlich. Die Regelung der nach der Durchzugsbauart ausgeführten Motoren erfolgt entweder auf gleichbleibende Leistungsentnahme aus dem Netz unabhängig von der Zahl der in Tätigkeit befindlichen Preßstempel, wenn Belastungsstöße vom Netz ferngehalten werden sollen, oder auf gleichbleibende Belastung des Kraftwerkes, wenn z. B. eine nicht voll ausgenutzte Wasserkraft durch den Schleifer stets bis zur höchsten Leistungsfähigkeit belastet werden soll. In beiden Fällen verwendet BBC einen als Leistungsmesser geschalteten Schnellregler, der ein Drosselventil in der Druckleitung des Preßzylinders beeinflußt. Gegenüber der unmittelbaren Steuerung durch den Motorstrom (vgl.

JB 1915, S 112) hat diese Anordnung den Vorzug, daß sie Spannungsabfall und Phasenverschiebung berücksichtigt, infolge der Beschränkung der mechanischen und elektrischen Trägheit des Systems auf ein Mindestmaß nicht überempfindlich steuert und sichere Rückführung ohne Pendelerscheinungen gewährleistet.

Steinbearbeitung. In den amerikanischen Marmorbrüchen[18]) von Vermont bei Proctor und Westrutland werden die von 5 Wasserkraftwerken zur Verfügung stehenden insgesamt 5525 kW neben 1250 kW, die in Dampfwerken erzeugt werden, verwertet. Die in Leistungen von 1,5 bis 185 kW aufgestellten Motoren verbrauchen jährlich 17,6 Mill. kWh bei einer angeschlossenen Gesamtleistung von 10600 kW. Infolge der Empfindlichkeit des Stoffes müssen die Blöcke im Gewicht bis 45 t erbohrt oder geschrämmt werden. Die weitere Verarbeitung erfolgt dann durch Gangsägen, die mit Weicheisenbändern und Sandschlamm arbeiten, Diamantkreissägen und Schmirgelfrässcheiben. — Für Erdbewegung wird bei dem Neubau der Schnellbahn Gesundbrunnen-Neukölln[19]) als Ersatz fehlender Gespannkraft von elektrischen Winden und Förderwerken ausgiebig Gebrauch gemacht.

Weberei und Faserstoffaufbereitung. Zum Einzelantrieb in Spinnereien und Webereien[20]) eignen sich für regelbare Spinnmaschinen Einphasen- und Drehstrom-Kollektormotoren, während für Webstühle dem Drehstrommotor mit Kurzschlußanker der Vorzug gegeben wird. Die Motoren werden zweckmäßig vollkommen staubsicher gekapselt oder an besondere Kühlluft-Leitungen angeschlossen. Die Dunlopsche Spinnerei und Weberei in Rochdale[21a]) ordnet die Motoren in einem abgeschlossenen Gang in der Mitte der Arbeitshalle an. Die Motoren, die dort keine Aufstellung finden können, erhalten besondere Verschläge. Zur Erzielung eines kräftigen Anlaufs des Webstuhles, der gleich beim ersten Schlag den Schützen durch die Kette wirft, werden entweder Riemenwippen oder für genauere Gewebe Zahnradübersetzung mit Rutschkupplung verwandt, die erst einrückt, wenn der Motor auf volle Geschwindigkeit gelangt ist. Seitens der Maschinenfabrik Oerlikon[21b]) werden, um beim Antrieb von Zeugdruckmaschinen weitgehende Geschwindigkeitsregelung zu erhalten, zwei polumschaltbare Drehstrommotoren gewählt, von denen der kleine Hilfsmotor 4- und 8polig, der Hauptmotor 4-, 6-, 8- und 12polig betrieben werden kann. Es ergeben sich dann bei einer Übersetzung 1:4 sechs Stufen, deren beide ersten: 175 und 350 Umdr./min der Hauptwelle vom Hilfsmotor bei 1,5 bzw. 2,2 kW gebildet werden, während die vier anderen von 470—715—960 und 1450 der Hauptmotor mit Leistungen von 3—4—6,5 und 7,5 kW übernimmt. (Vgl. S 32.) Seitens der AEG[22]) werden Drehstrom-Kollektormotoren mit Ständeranzapfungen empfohlen, bei denen bei einer Regelung von 1:8 zwölf Stufen ohne Zwischenmaschine leicht zu erreichen sind. Ähnliche Bedingungen bezüglich weitgehender Geschwindigkeitsregelung müssen die Antriebsmotoren von Papiermaschinen[23]) erfüllen, bei denen Bahnen von 4 m Breite mit Geschwindigkeiten von 200 bis 250 m/min mit Regelung 1:3 bis 1:10 zur Veränderung der Papierstärke die Maschinen durchlaufen müssen. Neben Leonardschaltung wird die Zu- und Gegenschaltung einer Dynamo, deren Spannung von 0 bis zur Netzspannung geregelt werden kann, verwandt, wodurch die Hälfte der bei Leonardschaltung erforderlichen Leistung der Steuerdynamo erspart wird, und die Spannung feinstufig von 0 bis zur doppelten Netzspannung geregelt werden kann. Um Spannungsschwankungen und damit Ausschuß zu vermeiden, wird die Netzspannung durch Schnellregler konstant gehalten. Zur Sicherheit der Bedienung wird zweckmäßig verriegelte Druckknopfsteuerung angewandt. Wichtig ist der stoßfreie Übergang von der geringen Geschwindigkeit beim Einziehen zu der Betriebsgeschwindigkeit. Entweder ein Hilfsmotor, der von dem parallel angelassenen Hauptmotor ersetzt werden soll, wird dann beim Durchgang seines Stromes durch Null mittels Nullstromauslösung abgeschaltet, oder durch einen Steuermotor wird der Vorschaltwiderstand des Hauptmotors stromlos stets derart eingestellt, daß der in ihm beim Einschalten des Hauptmotors hervorgerufene

Spannungsabfall der Differenz des Netzes und der Teilspannung, mit der der Hilfsmotor arbeitet, gleich ist. Eine elektromagnetische Kupplung, die durch Nullstromauslösung geöffnet wird, ist ohne Unterschied für die Abschaltung des Hilfsmotors bei Gleich- oder Drehstromantrieb zu verwenden. Der Antrieb der Aufroller bietet insofern einige Schwierigkeiten, als das Papier auf zunehmendem Durchmesser mit gleichbleibender Spannung aufgewickelt werden muß. BBC erreichen dies durch Steuerung des Antriebsmotors mittels Schnellreglers auf gleichbleibende Leistung, derart, daß bei zunehmendem Durchmesser ein Fortschaltklinkwerk die entsprechende Feldverstärkung hervorruft. In den Vereinigten Staaten[24]) sind die Papierfabriken mit 220000 kW angeschlossen. Der Kraftbetrieb für Holzförderanlagen wird dort mit 3 kW für 100 m Förderlänge bei 0,5 m/s Geschwindigkeit angesetzt. Die Geschwindigkeit auf das Doppelte zu erhöhen, hat sich wegen mangelhafter Betriebssicherheit nicht bewährt. Die Schleifer verbrauchen für jeden Behälter für Leerlauf 20 kW, wozu für Belastung noch 80 kW hinzuzurechnen sind. Da Abdampfturbinen für Papierfabriken sehr geeignet sind, kommt der Antrieb von Papiermaschinen mit Dampfmaschinen nur dort als wirtschaftlich in Frage, wo ihr Abdampf zur Trocknung verwandt werden kann.

Berg- und Hüttenwesen, Walzwerke. R. Goetze[25]) kommt bei Vergleich zwischen Dampf- und elektrischem Antrieb von Schachtlüftern zu ungünstigen Jahresbetriebskosten für den letztgenannten, wogegen Philippi[26]) einwendet, daß die Betriebsbedingungen des Zechenkraftwerkes mitberücksichtigt werden müßten, aber selbst unter dieser Voraussetzung stellt sich für elektrischen Betrieb noch ein erheblicher Mehraufwand heraus, der sich allerdings durch niedrigere Gebäudekosten und Ausgaben für Schmierung und Wartung noch ausgleichen läßt. In bezug auf Wirtschaftlichkeit stehen auch die elektrischen Wasserhaltungen[27]) mit Kreiselpumpen gegenüber den Dampfkolbenpumpen stark zurück, jedoch sind die Vermeidung von Dampfleitungen im Schacht und die Raumfrage unter Tage weit ausschlaggebender, so daß seitens des Bergbaulichen Vereins Essen neuerdings Normalien für Wasserhaltungsmotoren in Vorschlag gebracht worden sind. Im unterelsässischen Erdölgebiet bei Pechelbronn[28]) werden Bohrwerke und Schöpfsonden ausschließlich elektrisch angetrieben. Von Interesse ist eine dort ausgebildete Steuerung durch Kippschalter, die selbsttätig mehrere an einen Transformator angeschlossene, nach Ausschalten des Nullspannungsschalters stillgesetzte Motoren durch Anlassen nur eines Motors der Reihe nach wieder in Gang setzt. Der elektrische Antrieb von Walzwerken[29]) hat fast durchweg Eingang gefunden, für durchlaufende Straßen mit, für Umkehrstraßen ohne Schwungmassen an der Straße. In neueren Anlagen wird hochgespanntem Drehstrom zum Betrieb der Ilgnerumformer der Vorzug gegeben. Für durchlaufende Straßen werden die Reglersätze nach Krämer oder Scherbius für Drehstrombetrieb mit Vorteil angewandt. Auch die Hilfsapparate wie Kräne, Rollgänge, Hebetische und Wippen werden stets elektrisch betrieben, wobei den hohen Anforderungen an mechanische Festigkeit und genaue Steuerung gut Rechnung getragen werden kann. Seitens der British Thomson Houston Co.[30]) sind neue Anordnungen für Hilfsmotoren ausgeführt worden. Da als Isolation Asbest verwandt ist, können die Motoren, die für eine Temperatursteigerung von 75° C bei normaler Stundenbelastung berechnet sind, bis 150° C überlastet werden. Besonderer Wert ist auf leichte Auswechselbarkeit der Ersatzteile gelegt. So besitzt z. B. der Anker zwei Aufhängeösen, die gestatten, ihn mit den Lagerschalen aus dem aufgeklappten Gehäuse herauszuheben. Die Anlaßwiderstände für Rollgänge u. dgl. werden in Amerika nach Stack[31]) einheitlich unter Verwendung von Eisen als Widerstandsstoff ausgestattet. Die gewünschten Widerstandswerte nebst Stufung werden dann durch Zusammenbau verschiedener Einheitskästen ohne Anzapfungen innerhalb der Widerstandskästen erhalten. Neben Billigkeit des Aufbaues besitzt diese Anordnung den Vorteil großer Betriebssicherheit. Magnetkräne, deren Ausführung den verschiedenen Zwecken angepaßt ist, ersparen Arbeitskräfte.

Landwirtschaftlicher Betrieb. E. Ringwald[32]) tritt für vermehrte Verwendung von Elektrizität in der Landwirtschaft ein. Eine solche läßt sich in Deutschland bereits unter dem Zwang der Umstände fast überall bemerken. Für Baumschulen, für gartenmäßigen Anbau und mehrschürige Wiesen in der Nähe von Stallungen empfiehlt sich gegenüber der Wasser verschwendenden Berieselung selbsttätige Beregnung[33]), bei der aus hochgelegten Röhrenanlagen das Wasser fein verteilt je nach Bedarf den Pflanzen zugeführt wird. In England werden eingehende Versuche gemacht, den Ertrag der Felder durch elektrische Bestrahlung mit Gleichstrom bei geerdetem negativen Pol zu erhöhen[34]). Bereits seit 1746 ist man bemüht, dem Boden auf diesem Wege eine größere Ernte abzugewinnen, zur Zeit hat sich ein Induktionsapparat mit Quecksilberunterbrecher und Quecksilberventil als am geeignetsten erwiesen. In Industriegebieten wurde Schädigung des Pflanzenwuchses durch Staubniederschlag beobachtet. Als Bestrahlungsnetz haben sich gleichlaufende Drähte aus Siliziumbronze von 0,5 mm Durchmesser in einem Abstand von 8—10 m bei 2—4 m Höhe über dem Boden und etwa 0,5 m Durchhang bewährt. Die Dichte des Entladungsstromes betrug 10^{-14} bis 10^{-11} A/cm^2, die Ladespannung 90—120 kV. Die Ergebnisse sollen nachweisbar günstig ausgefallen sein, so daß weitere Versuche in großem Maßstabe geplant sind.

Sonstige Antriebe. R. Boye[35]) untersucht die Wahl der Betriebskraft für Kleinbetriebe und Fabriken und stellt auf der Grundlage von Friedenspreisen die Kosten für langsam- und schnellaufende Gasmotoren, Verbrennungsmotoren und Drehstrommotoren zusammen, während Heintzenberg[16]) die entsprechenden Preissteigerungen im Krieg berücksichtigt. Zusammenstellungen für 3000, 1500, 600 und 200 Betriebsstunden im Jahr ergeben für Abschreibungen 17 bis 9,5%, für Gebäudekosten 8%, an jährlichen Betriebskosten im ganzen für einen Motor von 4,5 kW für Kraftmaschinenbetrieb 2200 bis 561 M gegen Elektromotorenantrieb mit 2521 bis 262 M. Von besonderem Interesse sind die berechneten Gesamtkosten für 1 kWh Nutzleistung, die in der folgenden Zusammenstellung auf Grund von Friedens- und Kriegspreisen enthalten sind:

Nach R. Boye für Friedenspreise:

Betriebsstunden im Jahr	Gasmotor, langsam laufend	Benzinmotor	Gasmotor, schnell laufend	Drehstrommotor
3000	18,4 Pf.	34,7 Pf.	21,5 Pf.	25,5 Pf.
1500	23,3 „	40,0 „	25,5 „	26,3 „
600	41,0 „	58,5 „	40,7 „	29,8 „
200	92,0 „	113,0 „	83,0 „	39,6 „

Nach Heintzenberg bei 75% Durchschnittsbelastung:

	Im Frieden beschafft, im Krieg betrieben		Im Krieg beschafft und im Krieg betrieben	
Betriebsstunden im Jahr	Gasmotor	Drehstrommotor	Gasmotor	Drehstrommotor
3000	25,5 Pf.	31,3 Pf.	27,4 Pf.	35,1 Pf.
1500	32,9 „	32,4 „	35,4 „	37,6 „
600	56,8 „	36,5 „	65,5 „	43,6 „
200	126,0 „	48,0 „	150,0 „	65,5 „

Demnach würde sich für Kleinbetriebe, in denen 600 bis 700 Betriebsstunden jährlich selten überschritten werden, in allen Fällen der Elektromotor empfehlen.

Für die chemische Industrie[36]) hat sich der vollkommen gekapselte Motor bewährt. Er wird zu besserer Ausnutzung bis 4 kW mit Kühlrippen, bis 65 kW mit Kühlmantel gebaut, durch den von einem auf der Motorwelle angeordneten

Fächer Kühlluft, ohne mit dem Motorinnern in Berührung zu kommen, getrieben wird. J. Pichler[37]) tritt für weitgehende Verwendung von explosionssicher gekapselten Motoren in Apparate- und Reinigerräumen von Gasanstalten ein und befürwortet eine entsprechende Abänderung der gegenwärtig gültigen Unfallverhütungsvorschriften. Seitens der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie sowie von Gaswerken Österreichs und im Bergbau werden derartige Motoren zugelassen und mit Erfolg betrieben. Durch sachgemäße Prüfung des Schutzes auf dem Versuchsstand kann jede Gefahr einer nach außen dringenden Zündung verhütet werden. Zur Zeit ist der elektrische Antrieb für Gassauger nur durch räumliche Trennung und Abdichtung des Motorraumes gegen den Gassaugerraum möglich. Wintermeyer[38]) befürwortet die ausgedehnte Verwendung des elektrischen Antriebes in Gaswerken für Lade- und Beschickungs- sowie Stoß- oder Ausziehvorrichtungen. Die Maschinen für diese Arbeitsvorgänge werden von verschiedenen Werken in geeigneten Formen ausgeführt. Auch die weitere Behandlung des Koks kann durch Verwendung von vereinigten Lösch-, Sieb- und Verlademaschinen erheblich vereinfacht werden. Im Dampfkesselbetrieb[39]) werden zweckmäßig Kesselspeisepumpen, Kohlenförderer, Rostbeschickung, Aschenförderer, Schnellschlußventile, Alarmvorrichtungen, Temperaturregler und Schreibapparate für Kesselhausüberwachung elektrisch betrieben. Der elektrische Antrieb für Schnellpressen[40]) wird zweckmäßig durch unmittelbar auf dem Schwungrad laufende Riemen mit Spannrolle ausgeführt, da sich unmittelbare Kuppelung wegen der geringen Umlaufzahl der Presse nicht eignet. Eine Vierrollen-Rotationsmaschine wird von zwei Motoren von 17 kW derart betrieben, daß beide Maschinenhälften unabhängig voneinander arbeiten können. Das Einziehen des Papiers erfolgt mittels Hilfsmotors und Überholungskupplung (vgl. Jb 1915, S. 114); Die Geschwindigkeit kann zwischen 1000 und 500 Umdr./min geregelt werden. An mehreren Stellen angebrachte Druckknopftafeln mit 4 Knöpfen gestatten die Steuerung zum „Ausschalten", „Einziehen", „Vorrücken" und „Sperren". A. T. Bullen[41]) spricht sich für weitgehende Verwendung von Kugellagern bei Übertragungswellen aus, deren erhöhte Anlagekosten bereits binnen Jahresfrist durch verringerte Betriebskosten ausgeglichen sein sollen. Werden ferner Kraftmaschinen durch schnellaufende Motoren ersetzt, so muß zweckmäßig zu höheren Riemengeschwindigkeiten übergegangen werden, wodurch schwächere Riemen verwendbar werden.

[1]) K. Raasch, ETZ 1917, S 606. — [2]) Schmedes, El. Masch.-Bau 1917, S 365. — [3a]) Mitt. AEG 1917, S 83. — [3b]) Engineering Bd 104, S 613. — [4]) Mitt. AEG 1917, S 74. — [5]) Z. Österr. Ing. Arch. Ver. 1917, S 271. — [6]) G. Barkhausen, Z. V. D. Ing. 1917, S 405, 426, 452, 490, 510. — [7]) BBC Mitt. 1917, S 34. — [8]) Mitt. AEG 1917, S 45. — [9]) Brown, Boveri & Co., El. Masch.-Bau 1917, Anh. S 253. — [10]) El. Anz. 1917, S 305. — [11]) P. M. Grempe, Mitt. Ver. EW 1917, S 100. — [12]) ETZ 1917, S 273. — Mitt. AEG 1917, S 77. — [13]) B. Schapira, Helios Fachz. 1917, S 233, 246. — [14]) Dingl. Bd 332, S 127. — BBC Mitt. 1917, S 92. — [15]) E. Rosseck, Dingl. Bd 332, S 143. — [16]) Fr. Heintzenberg, Dingl. Bd 332, S 283. — [17]) BBC Mitt. 1917, S 129. — [18]) ETZ 1917, S 299. — [19]) Mitt. AEG. 1917, S 54. — [20]) B. Werber, Helios Fachz. 1917, S 25, 104. — [21a]) Electr.(Ldn.) Bd 79, S 274. — El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 567. — [21b]) Maschinenfabrik Oerlikon, El. Masch.-Bau 1917, S 414. — [22]) AEG Mitt. 1917, S 67. — [23]) P. Weiske, Mitt. AEG 1917, S 137. — E. Blau, Z. Österr. Ing. Arch. Ver. 1917, S 428. — W. Wolf, El. Anz. 1917, S 679, 699. — [24]) W. W. Cronkhite, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 852. — [25]) R. Goetze, Glückauf Bd 52, S 509, 529. — [26]) Philippi, ETZ 1917, S 67. — [27]) M. Gaze, Mitt. AEG 1917, S 119. — [28]) L. Steiner, ETZ 1917, S 117. — [29]) Wintermeyer, El. Anz. 1917, S 727, 735, 745, 767. — [30]) El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 685. — [31]) G. E. Stack, Gen. El. Rev. 1917, S 197. — [32]) F. Ringwald, Bull. Schweiz. EV 1917, S 135. — [33]) Mitt. AEG 1917, S 42. — [34]) El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 507; Bd 81, S 21, 102. — El. Masch.-Bau 1917, S 629. — [35]) R. Boye, Helios Fachz. 1917, S 177. — [36]) BBC Mitt. 1917, S 112. — [37]) J. Pichler, Jl. Gas Wasser 1917, S 447. — [38]) Wintermeyer, Helios Fachz. 1917, S 348, 357. — [39]) Helios Fachz. 1917, S 110. — [40]) P. Weiske, Mitt. AEG 1917, S 104, 149. — [41]) A. T. Bullen, El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 339.

VII. Verschiedene mechanische Anwendungen der Elektrizität.

Metallbearbeitung mittels elektrischer Erwärmung. Von Oberingenieur Chr. Krämer, Berlin. — Elektrisches Heizen und Kochen. Von Dr. Bruno Thierbach, Berlin. — Elektrische Regelung. Von Oberingenieur Chr. Krämer, Berlin.

Metallbearbeitung mittels elektrischer Erwärmung.

Von Oberingenieur Chr. Krämer.

Elektrische Schweißung. Während auf dem Gebiete der elektrischen Schweißung in den letzten Jahren hauptsächlich nur die Maschinen und Apparate verbessert wurden, hat man neuerdings ein Verfahren ausgearbeitet, das J. Sauer[1]) als Abschmelzverfahren bezeichnet, und das im wesentlichen aus einer Vereinigung des Stumpf- und Lichtbogenschweißverfahrens besteht. Die zu verschweißenden Stücke werden zunächst auf der gewöhnlichen Stumpfschweißmaschine, die nur mit etwas höherer Spannung und geringerem Strom arbeitet, erhitzt, darauf aber etwas auseinandergezogen, so daß durch den entstehenden Bogen das Material an der Schweißstelle vollständig geschmolzen wird. Erst dann wurden unter gleichzeitigem Ausschalten des Stromes die Teile zusammengepreßt. Die Ergebnisse sind überraschend, wie die zahlreichen Abbildungen von geschweißten Gegenständen und mikrophotographische Aufnahmen der Schweißstellen zeigen. Bedeutsam, besonders für die heutigen Verhältnisse, sind die ausgezeichneten Verbindungen zwischen Schnellarbeitsstählen und Eisen. Aber auch die Verbindungen zwischen schwierigen Querschnitten. wie Rohren, T- und Z-Eisen, Automobilreifen sind bemerkenswert.

Widerstandsschweißung. Unter Angabe von Stromverbrauch beschreibt R. Boye[2]) Schweißmaschinen, wobei besonders auf die Bedeutung der Nahtschweißmaschine zur Herstellung einseitig verzinnter Bleche hingewiesen ist. Bei diesem Verfahren werden die zu verzinnenden Tafeln an den Rändern zunächst verschweißt und nach dem Verzinnen werden die Ränder wieder abgeschnitten.

Lichtbogenschweißung. Hierüber liegen mehrere allgemein gehaltene Aufsätze vor, u. a. ein solcher von Ruß[3]). In Hinblick auf die Knappheit des Kalziumkarbids werden die verschiedenen Verfahren und Anwendungsgebiete ausführlich beschrieben. Für die Lichtbogenschweißung werden Nebenschlußmaschinen von 110 V unter Vorschaltung von Widerständen oder die wirtschaftlicher arbeitende Konstantstrommaschine von Krämer der AEG empfohlen. Auf die Zusammenstellung verschiedener Flußmittel, besonders für Gußeisen, sei noch hingewiesen.

Ebenfalls über Flußmittel beim elektrischen Schweißen handelt ein Aufsatz in „Stahl und Eisen".[4]) Nach diesem werden Flußmittel bei der Widerstandsschweißung verworfen, bei der Lichtbogenschweißung für Schmiedeeisen nicht für nötig erachtet, für Gußeisen dagegen häufig angewandt; sie bestehen meistens aus gleichen Teilen Borax und doppelkohlensaurem Natron. Kjellberg[5]) ändert das jetzt meistens benutzte Verfahren von Slavianoff dadurch ab, daß er die dabei verwendete Eisenelektrode, bestehend aus einem ungefähr 5 mm starken Draht, mit einem Mantel aus schwer schmelzbarem Material umgibt, dem gegebenenfalls Flußmittel beigemischt werden können. Es soll dadurch das Wandern des Lichtbogens vermieden werden.

Von Lichtbogen-Schweißeinrichtungen ist die der Arc Welding Mfg. Co.[6]), New York, abweichend von der gebräuchlichen Anordnung. Sie verwendet Reihenschaltung der Lichtbogen an den verschiedenen Arbeitsplätzen, wobei ähnlich wie bei der Reihenschaltung von Bogenlampen gleichbleibender Strom bei ver-



änderlicher Spannung benutzt wird. Die Arbeitsplätze, an denen die Schweißung ausgesetzt wird, werden einfach überbrückt; ebenso wird der Lichtbogen durch ein selbsttätiges Relais kurzgeschlossen, wenn er zu lang wird.

Ein neues Verfahren der elektrischen Schienenschweißung der Acc.-Fabrik A.-G. beschreibt G. Klose[7]). Das alte Verfahren, den Schienenkopf selbst zu verschweißen, hatte den Nachteil, daß die Struktur des Stahles Veränderungen erlitt, wodurch diese Stelle unter Umständen besonders schnell abgenutzt wurde. Das neue Laschenschweißverfahren vermeidet diese Nachteile dadurch, daß nur Laschen auf der ganzen Länge an den Nähten mit den Schienen verschweißt werden. Die Arbeitsweise wurde durch eine Schlittenführung der Elektrode längs der Naht derart verbessert, daß selbst mit ungeschulten Kräften gute Ergebnisse erzielt werden können. Der Stromverbrauch beträgt ca. 9 kWh für die Stoßstelle. Auch in Amerika kommt das elektrische Schweißen immer mehr in Aufnahme[8]); es werden besonders Kessel bis zu 1500 mm Durchmesser und für Drücke bis zu 40 atm bei einer Plattenstärke von 60 mm elektrisch geschweißt.

Stahl zu härten. Eine bedeutsame Neuerung bringt das Wild Barfieldsche[9]) Verfahren, das genau den Umwandlungspunkt des Stahles, bei dem das Abschrecken erfolgen muß, unabhängig von der Temperatur erkennen läßt. Es beruht auf der Eigenschaft des Stahles, in diesem Punkt seinen Magnetismus zu verlieren. Zur Ausführung benutzt Barfield ein Salzbad, das durch eine gleichzeitig als Solenoid wirkende Spirale geheizt wird. Eine zweite Spule ist mit einem Galvanometer verbunden, welches das Verschwinden der Kraftlinien durch seinen Ausschlag erkennen läßt.

Zu dem gleichen Zweck baut die Gibbs Instr. Cie., Pittsburg[10]), eine Einrichtung, die im wesentlichen aus einem mit einem Galvanometer verbundenen Elektromagnet besteht, der auf das zu erwärmende Stahlstück aufgesetzt wird. Diese Vorrichtung erfordert nicht unbedingt einen elektrischen Ofen, sondern kann auch bei jedem anderen Glühofen benutzt werden.

Zum Ausglühen und Härten von Werkzeugen dienen auch die elektrischen Öfen verschiedener Größe, geliefert von der Hoskins Mfg. Cie., Detroit[11]). Der durchschnittliche Stromverbrauch wird mit 0,09 bis 0,15 kWh für das Härten eines Werkzeugs angegeben. F. C. Langenberg[12]) beschreibt einen anläßlich von Versuchen über die Zementation von Stahl und Eisen ausgeführten elektrischen Ofen, der sowohl unter Druck als auch unter Vakuum zu arbeiten gestattet. Die Beschreibung ist durch eine sehr genaue Abbildung erläutert.

Metall-Schmelzen. Einen Schmelztopf für Zeilengießmaschinen, welcher ungefähr 600 W verbraucht, baut die Cutler-Hammer Mfg. Co.[13]). Das Anheizen erfolgt mit 1600 W in 50 min. Der Heizkörper taucht in das geschmolzene Metall, wodurch die Verluste sehr gering sind; außerdem ist eine selbsttätige Temperaturüberwachung vorhanden. — Greenwood und Hutten[14]) beschreiben einen elektrischen Widerstandsofen zum Schmelzen von Metallen in Tiegeln. 16 Kohlenstäbe von 500 mm Länge, 25 mm Durchmesser, in einem Kreise von 320 mm angeordnet, sind in Reihe geschaltet und werden durch ein Gemenge von Carborundum und Wasserglas gegen Verglühen geschützt. 40 kg Nickel oder Silber wurden bei Einsatz in den kalten Ofen mit 300 A, 60 V in 2½ h, bei Einsatz in den warmen Ofen in 1 h geschmolzen. Einen bedeutenden Aufsatz über die Zukunft des elektrischen Schmelzens von Metallen, die nicht zur Eisengruppe gehören, und der dazu verwendeten Ofensysteme, ihrer Vor- und Nachteile ist in Electr. (Ldn.)[15]) zu finden. Der Flammbogenofen wird als der ökonomischste bezeichnet, hat aber große Verluste bei Zinn, Zink und Kupfer; besser ist die Temperaturüberwachung bei den Widerstandsöfen. Der Heringsche Ofen benötigt ca. 280 kWh, um 1 t Kupfer oder Bronze zu schmelzen. Auf alle Fälle wird im Dauerbetrieb, wenn der Ofen nicht abkühlt, viel Energie gespart; so beträgt der Verbrauch z. B. 280 bis 380 kWh bei Dauerbetrieb gegen 400 bis 500 kWh bei nur 10stündigem Betrieb. Der Rennerfeldsche Ofen soll nach Stansfeld der geeignetste zum Schmelzen von allen nicht zur Eisengruppe gehörenden Metallen sein; dieser Ofen wird durch Abbildung erläutert und in seinen neuesten Ausführungsfor-



men beschrieben[16]). Er wird entweder rund mit einem Satz oder oval mit 2 Sätzen von Elektroden ausgeführt. Als Verbesserung wird die Einführung der Kohlen von der Seite bezeichnet, wobei die Kohlen schräg nach unten gedreht werden können. Angaben über Energieverbrauch für die Tonne Metall oder Legierung werden gemacht.

Über eine ganz neue Form eines Induktionsofens berichtet C. T. Northrup[17]), der im Gegensatz zu den bekannten Öfen dieser Art keinen Eisenkörper als Träger der Kraftlinien benötigt und infolgedessen gewisse Vorteile bietet. Er verwendet zur Erregung eine Hochfrequenzspule, in deren Mitte der Schmelzofen angeordnet ist. Durch eine Funkenstrecke in Verbindung mit Selbstinduktion und Kondensatoren werden die Hochfrequenzströme erzeugt, die sich in dem den Sekundärkreis bildenden Tiegel und Schmelzeinsatz in Wärme umsetzen. 20 kW konnten so dem Ofen aus einem Zweiphasennetz von 220 V zugeführt werden. Der Ofen eignet sich vorzüglich zum Schmelzen sowohl von Metallen als auch von Glas im Vakuum.

[1]) J. Sauer, ETZ 1917, S 485. — [2]) R. Boye, El. Anz. 1917, S 773, 791, 801. — [3]) Fr. Ruß, Z. Ver. D. Ing. 1917, S 154. — [4]) Stahl u. Eisen 1917, S 384. — [5]) C. Kjellberg, El. Masch.-Bau 1917, S 133. — [6]) El. Masch.-Bau 1917, S 146. — [7]) G. Klose, El. Masch.-Bau 1917, Anzeiger S 127. — [8]) Electr. (Ldn.) Bd 79, S 804. — [9]) Electr. (Ldn.) Bd 79, S 629. — El. Masch.-Bau 1917, S 485. — El. World Bd 70, S 359. — [10]) Stahl u. Eisen 1917, S 1057. — [11]) El. Masch.-Bau 1917, S 293. — [12]) F. C. Langenberg, Stahl u. Eisen 1917, S 1006. — [13]) Cutler-Hammer Mfg. Co., Electr. (Ldn.) Bd 79, S 568. — [14]) Greenwood u. Hutten, Engineering Bd 103, S 288. — [15]) Electr. (Ldn.) Bd 79, S 726. — [16]) Electr. (Ldn.) Bd 79, S 610. — [17]) C. T. Northrup, Electr. (Ldn.) Bd 80, S 227.

Elektrisches Heizen und Kochen.

Von Dr. Bruno Thierbach.

Wie die bald nach Kriegsbeginn einsetzende Petroleumknappheit zu einer sehr bedeutenden Steigerung des Elektrizitätsabsatzes für Beleuchtungszwecke führte und die starke Zunahme der Rüstungsindustrie die Vorzüge des Elektromotors klarer als je in die Erscheinung treten ließ, so haben die im Berichtsjahre notwendig gewordenen Bestrebungen zur Einschränkung des Kohlenverbrauches und die hohen Kohlenpreise dazu beigetragen, daß auch den Wärmewirkungen des elektrischen Stromes erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt wurde.

Wenn auch mit Rücksicht auf die Material- und Arbeiterknappheit Neukonstruktionen im Berichtsjahre kaum durchgearbeitet und beschrieben worden sind, so liegen andererseits doch zahlreiche Betrachtungen darüber vor, ob und unter welchen Bedingungen die Elektrizität als Wärmequelle an Stelle der direkten Kohlenfeuerung treten kann. Diesen Bestrebungen günstig ist der Umstand, daß gerade diejenigen Länder, in welchen die Kohle infolge der weiten Transportwege besonders teuer ist, z. B. die Schweiz, über ausgiebige Wasserkräfte verfügen. Ähnlich liegen die Verhältnisse auch für Süddeutschland, wo der schon lange geplante Ausbau der ebenfalls recht bedeutenden Wasserkräfte durch die genannten Bestrebungen neue, starke Anregung erhalten hat.

In der Schweiz hat sich hauptsächlich das Generalsekretariat des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins dieser Bestrebungen angenommen. Eine Kommission dieses Vereins hatte ausführliche Versuche mit elektrischen Koch- und Heizapparaten angestellt und ihre aus der Praxis geschöpften Erfahrungen hierüber in einer sehr ausführlichen Darstellung veröffentlicht[1]). Ferner war die Diskussionsversammlung des Vereins am 7. Juli 1917 dem Thema: „Die Befriedigung des Energiebedarfes des kommenden Winters durch unsere Elektrizitätswerke und die Wirtschaftlichkeit der Abgabe von Kochstrom“ gewidmet. In dem Organ des Vereins wird hierüber ausführlich berichtet[2]).

Ein Vergleich des elektrischen Kochens mit der Verwendung von Kohle, Gas und Spiritus stellt Steele[3]) an. In einer Tabelle wird angegeben, wie viel Kalorien man bei bestimmten Preisen der Brennstoffe für 5 cents erhält. Eine zweite Tabelle stellt den Wirkungsgrad der Kochvorrichtungen fest. Für elektrische Kochplatten wird er zu 45—65%, bei Kochtöpfen zu 70, bei Eintauchkörpern zu 90% angegeben.

Auch der Brotbäckerei mit elektrischer Nachtkraft ist in der Schweiz besondere Aufmerksamkeit geschenkt und versucht worden, das dort bestehende Verbot der Nachtarbeit für Bäckereien aufzuheben im Hinblick auf die bei elektrischem Betrieb zu erzielenden Kohlenersparnisse[4]). Ferner wird ein Zirkularschreiben des »Schweizerischen Volkswirtschafts-Departements« betreffend Maßnahmen zur Förderung des elektrischen Dörrens von Obst usw. mitgeteilt[5]) und Untersuchungen über „Die elektrische Küche als Aushilfe und Ersatz der Gasküche in der gegenwärtigen Zeit"[6]). Sogar über die elektrische Heizung von Dampflokomotiven hat man in der Schweiz — der Not der Zeit gehorchend — ernstliche Versuche angestellt[7]); diese haben das Ergebnis gehabt, daß eine Vorwärmung des Lokomotiv-Speisewassers, während die Maschine sich im Lokomotivschuppen befindet, mit elektrischer Abfallkraft sich durchaus wirtschaftlich gestalten läßt. Bei Kohlenpreisen von 35, 60 und 100 Frs. für die Tonne werden jährliche Ersparnisse von 38300, 67700 und 109500 Frs. berechnet.

Das Trocknen von Gemüse, Obst usw. ist auch in Deutschland vielfach versucht und praktisch durchgeführt worden[8]); sogar eine Grastrocknungseinrichtung wird beschrieben[9]). Eine besondere Dörranlage, bei welcher die Elektrizität freilich nur mittelbar Dienste leistet, sei noch hervorgehoben. Das Elektrizitätswerk Duisburg benutzt die Kühlluft seiner Turbodynamo zum Trocknen von Gemüse und erzielt dabei Tagesleistungen von 5 bis 600 kg bei rund 10 m^2 Hordenfläche[10]).

G. B. Barham[11]) beschreibt eine größere Bäckerei, worin täglich 18000 Brote hergestellt werden, und äußert sich über Wert und Nutzen des el. Backens. — Im Norden Londons besteht eine Kantine mit el. Kocheinrichtung[12]). — Auch in Amerika entwickelt sich das el. Kochen; eine Anlage für 300 kW wird eingehend beschrieben. Von einer elektrischen Großküche werden Belastungsdiagramme und Tabellen über den Verbrauch, sowie Vergleiche mit der Gasküche gegeben[13]).

Erfreulicherweise werden auch die Vorzüge der elektrischen Erwärmung von Werkzeugen und Werkstücken immer mehr gewürdigt[14]). Neue elektrisch beheizte Wärmetische und -Platten für die verschiedensten industriellen Zwecke[15]), Widerstandsöfen zum Ausglühen von Werkzeugen[16]), ein neuer elektrischer Wärmeofen[17]) werden beschrieben.

Erhöhte Aufmerksamkeit verdient die elektrische Kirchenheizung, da sie zu Zeiten stattfindet, in welchen die Kraftanlagen und Leitungsnetze der Elektrizitätswerke stets nur äußerst schwach belastet sind. Während für gewöhnlich sich die Heizung durch einzelne unter den Fußschemeln angebrachte Widerstände als praktisch erwiesen hat, kann unter Umständen, wie die Beschreibung der Anordnung in der protestantischen Kirche zu Horden zeigt, auch eine elektrische Zentralwarmluftheizung von Nutzen sein. Für jede Heizung wurden hier 570 kWh gebraucht; die betriebsfertige Herstellung der Anlage kostete 5500 Frs.[18]).

Sehr günstig stellen sich elektrisch beheizte Öfen für Laboratoriumszwecke und wissenschaftliche Untersuchungen der verschiedensten Art, z. B. Thermometerprüfungen[19]), und zur Kohlenstoffbestimmung in Eisen und Stahl[20]). Ein Kohlenrohrofen für Laboratoriumszwecke wird besprochen[21]).

Beschreibungen neuer elektrischer Koch- und Heizapparate für den Haushalt finden sich — wie erwähnt — im Berichtsjahre wenige[22]). Ein neuer amerikanischer Eierkocher arbeitet ohne besondere Widerstände, indem das zu verdampfende Wasser selbst als Widerstand dient; die Menge des Wassers ist so bemessen, daß der Strom von selbst unterbrochen wird, sobald die Eier die genügende Härte erlangt haben[23]).

In Amerika scheint die im vorigen Jahrbuche bereits erwähnte Industrial Electric Heating Association eine umfassende Tätigkeit entwickelt zu haben[24]), denn es wird über die Verkürzung der Herstellungsprozesse und über Arbeitsersparnisse bei verschiedenen elektrischen Heizverfahren berichtet[25]). Auch das große, noch fast unberührte Feld der elektrothermischen Prozesse, bei denen verhältnismäßig niedere Temperaturen zur Anwendung kommen, wie z. B. in der japanischen Lackiererei, wird behandelt[26]). Ferner findet sich eine Zusammenstellung der Anwendung der elektrischen Heizung in Chicago auf 50 verschiedenen Industriegebieten für die Jahre 1916 und 1917 vor; in 1916 waren 33270 elektrisch beheizte Gerätschaften mit einem Anschlußwert von zusammen 23857 kW im Betrieb, während die Zahlen für das Jahr 1917 36251 Stück und 38239 kW betrugen[27]). — Über die Elektrizität in der Schuhindustrie wird mitgeteilt, daß in einem Betriebe 13 elektrisch beheizte Maschinen vorhanden sind, welche bei einer jährlichen Stromentnahme von 19600 kWh 118359 Paar Schuhe fertigstellen, so daß für 100 Paar sich ein Stromverbrauch von 16,55 kWh ergibt[28]).

Um den Verbrauch an Elektrizität für Kochzwecke zu steigern, wird besonders eine rege Propaganda in den Hotelbetrieben empfohlen; das Dienstpersonal und die Leiter müssen durch Versuchsinstallationen von den Vorteilen überzeugt werden[29]). Von praktischen Kochversuchen findet sich die Mitteilung über die Herstellung von Mittagessen; für 20 Personen hat sich ein Verbrauch von nur 6 kWh ergeben[30]).

[1]) Bull. Schweiz. EV 1917, S 1. — [2]) Bull. Schweiz. EV 1917, S 164. — [3]) B. L. Steele, Electr. (Ldn.) Bd 80, S 346. — [4]) Bull. Schweiz. EV 1917, S 159. — ETZ 1917, S 588. — [5]) Bull. Schweiz. EV 1917, S 308. — [6]) Bull. Schweiz. EV 1917, S 70. — ETZ 1917, S 210. — El. Anz. 1917, S 240. — [7]) Schweiz. Bauztg. Bd 70, S 5. — Thormann, Kummer, Trautweiler, Schweiz. Bauztg. Bd 70, S 33, 34, 35. — Z. Ver. D. Ing. 1917, S 641, 702. — [8]) ETZ 1917, S 315. — El. Masch.-Bau 1917, Anh. S 313. — J. Schneider, Mitt. AEG 1917, S 154. — Otto Brandt, Helios Fachz. 1917, S 209. — [9]) El. Masch.-Bau 1917, Anh. S 176. — [10]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 806. — [11]) G. B. Barham, El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 3. — [12]) El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 312. — [13]) El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 370; Bd 81, S 77. — W. A. Gillott (Ldn.) Electr. Bd 80, S 336. — [14]) F. Rutgers, Schweiz. Bauztg. Bd 70, S 245. — [15]) AEG Ztg. 1917, S 56. — [16]) El. Masch.-Bau 1917, S 293 (nach El. World Bd 69). — [17]) ETZ 1917, S 122. — [18]) G. Guex-Abegg, Bull. Schweiz. EV 1917, S 158. — [19]) Jakob, Z. Instrk. 1917, S 126. — [20]) Stahl u. Eisen 1917, S 213. — [21]) E. Griffiths, ETZ 1917, S 209. — [22]) B. Schapira, Helios Exportz. 1917, S 457. — K. Sachs, El. Masch.-Bau 1917, S 191. — [23]) ETZ 1917, S 28, 273. — El. Anz. 1917, S 99. — [24]) El. World Bd 69, S 908. — [25]) A. F. Allsop, El. World Bd 69, S 1199. — [26]) El. World Bd 69, S 1023. — [27]) El. World Bd 70, S 309. — [28]) El. World Bd 69, S 615. — [29]) F. B. Rae, El. World Bd 69, S 601. — [30]) El. World Bd 69, S 613.

Elektrische Regelung.

Von Oberingenieur Chr. Krämer.

Elektrischer Antrieb von Druckerpressen und Papiermaschinen. R. Wolf[1]) beschreibt die Einrichtungen, die erforderlich sind, um von der für das Einziehen des Papiers nötigen niedrigen Geschwindigkeit stoßfrei auf die höhere Arbeitsgeschwindigkeit übergehen zu können. Häufig wird hierfür ein Dreileiternetz verwendet, dessen eine Seite nur einen sehr geringen Betrag der Gesamtspannung besitzt. Zum Einziehen des Papiers wird der Motor an diese geringe Teilspannung gelegt. Das Überschalten wird nach dem DRP 255472 der AEG in der Weise stoßfrei bewirkt, daß ein in diesem Teilkreis liegendes Stromrelais diese Leitung unterbricht, sobald sie beim Fortschalten des Anlaßwiderstandes stromlos wird. Nach einer Schaltung von BBC wird die gleiche Wirkung erzielt durch einen

Hilfsmotor, der den Anlasserhebel selbsttätig so einstellt, daß die Spannung am Hebel stets der Differenz zwischen Haupt- und Teilspannung entspricht. Auf eine andere Weise löst die AEG diese Aufgabe durch Verwendung zweier Motoren, von denen der kleinere unter Zwischenschaltung einer Kupplung mit einer größeren Übersetzung die Maschine antreibt. Diese wird in dem Augenblick gelöst, in welchem der größere Motor die Geschwindigkeit des Antriebs des kleineren überholt. Ebenso werden verschiedene Einrichtungen beschrieben, welche die Umdrehungszahl von Papiermaschinen konstant halten. Bei einem Leonard-Antrieb geschieht dies mit Hilfe einer konstant erregten Hilfsdynamo auf der Welle des Antriebsmotors, die in Verbindung mit einem Tyrillregler die Erregung des Motors beeinflußt. Um die Spannung des Papiers beim Aufrollen trotz stetiger Vergrößerung des Rollendurchmessers gleichbleibend zu erhalten, regelt BBC den Antriebsmotor auf konstante Leistung.

Über die **Regelung von Walzenzugsmaschinen** auf Hüttenwerken berichtet Wintermeyer[2]). Bei durchlaufenden Walzenstraßen, die mittels Asynchronmotoren angetrieben werden, erfolgt die verlustlose Regelung der Umdrehungszahl durch die zuerst von Krämer angegebene Konverter- und Kollektorkaskade, wobei bekanntlich die beim Regeln dem Läufer entzogene Energie des Schlupfes entweder über einen Konverter in Gleichstrom umgewandelt einem Gleichstrommotor oder direkt ohne Umformung einem Kollektormotor, die mit der Welle des Hauptmotors gekuppelt sind, zugeführt wird. Häufig wird auch die Schlupfenergie einem Regelsatz nach Scherbius zugeführt, der sie über einen Asynchrongenerator auf das Netz zurückgibt. Umkehrstraßen werden stets mit Ilgnerschem Umformer betrieben; aber auch bei durchlaufenden Straßen bietet die Anwendung eines Ilgnerschen Umformers manchmal dadurch Vorteile, daß das Walzgut langsam gefaßt und dann mit hoher Geschwindigkeit ausgewalzt werden kann. Die Schwungmassen, die in diesem Fall auf dem raschlaufenden Umformer sitzen, fallen dabei ebenfalls wesentlich leichter aus.

Elektrischer Antrieb auf Kriegsschiffen.[3]) Die guten Erfahrungen, die mit dem elektrischen Antrieb der Schiffsschrauben auf dem Kohlenschiff Jupiter von der amerikanischen Marine gemacht wurden, haben dazu geführt, daß der elektrische Antrieb auf weiteren 7 Linienschiffen und 3 Kreuzern eingerichtet wird. Der Hauptvorteil liegt bekanntlich in dem guten Wirkungsgrad der raschlaufenden Turbinen und der durch die elektrische Übertragung ermöglichten niederen und leicht regelbaren Umdrehungszahl der Schrauben. Auch kann bei einem Zweischraubenschiff bei Störung einer Turbine die betriebsfähige auf beide Schrauben arbeiten, ebenso bei Marschgeschwindigkeit, wodurch ein sehr günstiger Dampfverbrauch erzielt wird. Die Generatoren werden 2polig, die Motoren mit 30, umschaltbar auf 50 Pole ausgeführt. Das Übersetzungsverhältnis kann daher 1:15 oder 1:25 gewählt werden.

Rudermaschinen. A. Foillard[4]) beschreibt den elektrischen Antrieb auf französischen Kreuzern und Unterseebooten. Er vertritt die Ansicht, daß das Ruder ohne Selbstabstellung allein nach dem Ruderlagezeiger gesteuert werden soll, da er die Selbstabstellung nicht für genügend betriebssicher erachtet. Nach diesen Gesichtspunkten ist die Steuerung von Sautter Harlé ausgeführt, bei der zwei Motoren auf ein Planetenradgetriebe arbeiten.

Synchrone Bewegungsübertragung. W. Hort[5]) behandelt die Vorgänge mathematisch an Hand von Differentialgleichungen und wendet sie auf Beispiele der elektrischen Kommandoapparate und Rudersteuerungen an.

Senkbremsschaltungen. Eine sehr eingehende vergleichende Arbeit bei Gleichstrom-Kranbetrieben bringt L. Kadrnoska[6]), wobei er die Vorgänge, besonders die Abhängigkeit der Senkgeschwindigkeit bei verschiedenen Belastungen von der Kontrollerstellung bei den betreffenden Schaltungen durch Kurven erläutert.

Energierückgewinnung. Über Schaltungen bei Bahnen berichtet R. E. Hellmund[7]). Die Lac Erie Northern Railway, welche mit 1500 V betrieben wird, schaltet parallel zu den Feldern eine Erregerdynamo mit Widerständen derart,

daß der Bremsstrom einen Spannungsabfall im Erregerkreis bewirkt, während die Chicago, Milwaukee and St. Paul Railway die Erregermaschine, welche die Summe von Brems- und Erregerstrom führt, durch den Bremsstrom gegenkompoundiert. Beide Schaltungen bewirken eine große Nachgiebigkeit gegen Strom- und Spannungsschwankungen.

Bei **elektromagnetischen Schienenbremsen**[8]) ist es erwünscht, sie sowohl vom Bremsstrom als auch vom Netzstrom erregen zu können. Verschiedene Schaltungen dieser Art hat die Maschinenfabrik Oerlikon entworfen.

Elektrische Anlaßvorrichtungen für Kraftfahrzeuge. Einen sehr ausführlichen Aufsatz bringt Albrecht[9]). Nach vergeblichen Versuchen, das Ankurbeln des Motors durch Federn oder Druckluft zu bewirken, wird jetzt allgemein ein Elektromotor verwendet, der von der Beleuchtungsbatterie gespeist wird. Beim Anlauf wird er selbsttätig ge- und entkuppelt entweder durch axiale Verschiebung der Ankerwelle oder mit Hilfe einer Freilaufkupplung. In einem anderen Falle treibt der Anker, der zugleich als Schwungrad dient, den Verbrennungsmotor unmittelbar an. Um die Batterie zu schonen, wurden auch Versuche gemacht, die Ankerenergie in Schwungrädern oder Federn aufzuspeichern.

Eine weitere Arbeit, die obige teilweise ergänzt, liefert Pradel[10]).

Einen **elektrischen Zugregler** für Dampfkessel von T. Helm und R. Kaesbohrer beschreibt ebenfalls Pradel[11]). Er bezweckt, die Menge des Brennstoffes und der Verbrennungsluft sowohl nach dem Kesseldruck als auch nach der Zusammensetzung der Rauchgase zu regeln. Die Stellung des Rauchschiebers wird daher von zwei Hilfsmotoren beeinflußt, von denen der eine, von einem Kontaktmanometer gesteuert, die Brennstoffmenge regelt, während der andere durch die Kontakte einer Rauchgaswage nur den Schieber verstellt.

Wehranlage. Eine interessante Einrichtung, welche die Stauverhältnisse der Weser-Wehranlage bei Bremen regelt, erläutert durch Bild und Beschreibung L. Plate[12]). Die Rückführung des Schalters, der den Antriebsmotor des Rohrschützes betätigt, erfolgt durch ein Differentialgetriebe in Abhängigkeit von der Lage des Stauwehres und des dieses beeinflussenden Rohrschützes.

Rohrpostanlagen. Von Neuerungen auf diesem Gebiete behandelt F. Wille[13]) die Einrichtungen, die eine Ersparnis an Betriebsluft durch automatischen Verschluß der Klappen bewirken, sobald die eingelegten Büchsen ihr Ziel erreicht haben. Besonders eingehend sind die Ausführungen des Amerikaners Edmond Armitage Fordyce und die von Birney Clark Bateheller, Philadelphia, beschrieben.

[1]) R. Wolf, El. Anz. 1917, S 679, 699. — [2]) Wintermeyer, El. Anz. 1917, S 727, 745, 767. — [3]) El. World Bd 70, S 394. — [4]) A. Foillard, Génie Civil Bd 69, S 65. — Schweiz. Bauztg. Bd 69, S 149. — [5]) W. Hort, Dingl. Bd 332, S 297. — [6]) Leo Kadrnoska, El. Kraftbetr. 1917, S 29, 51, 69. — [7]) R. E. Hellmund, El. Masch.-Bau 1917, S 235 (nach El. Rlwy. Jl. 1917, Nr 3). — [8]) El. Masch.-Bau 1917, Anh. S 141. — [9]) Albrecht, Helios Fachz. 1917, S 33, 41. — [10]) Pradel, El. Anz. 1917, S 491. — [11]) Pradel, El. Anz. 1917, S 838. — [12]) L. Plate, Z. Ver. D. Ing. 1917, S 907. — [13]) F. Wille, Helios Exportz. 1917, S 157, 177, 198.

B. Elektrochemie.

VIII. Elemente und Akkumulatoren.

Elemente. Von Prof. Dr. K. Arndt, Charlottenburg. — Akkumulatoren und deren Verwendung. Von Oberingenieur Dr. Lorenz Lucas, Hagen i. W.

Elemente.

Von Prof. Dr. K. Arndt.

Nasse Elemente. Dem altehrwürdigen Meidinger-Element hat Alfred Steinbusch[1]) eine neue Gestalt gegeben, welche es zu weit größeren Leistungen als bisher befähigen soll, indem er nicht nur die Sättigung der bei Stromentnahme verarmenden Kupfersulfatlösung, sondern auch die Erneuerung der sich absättigenden Zinksulfatlösung zwangsläufig infolge der verschiedenen Dichten der betreffenden Lösungen bewirken will. Die durch das aufgelöste Zink schwerer gewordene Zinksulfatlösung sinkt auf den Boden des Gefäßes, während von hier dünnere Lösung zur Zinkelektrode emporsteigt. Gleichzeitig erneuert sich die Kupfersulfatlösung aus dem aufgesetzten, mit Kupfervitriolkristallen gefüllten Behälter, während die dünne Lösung durch ein Steigrohr in diesen Behälter hinauftritt. Die schädliche Diffusion zwischen Kupfer- und Zinklösung will Steinbusch dadurch vermeiden, daß er die poröse Scheidewand, welche die beiden Elektrodenräume trennt, durch Einfügen undurchlässiger Streifen so weit abdeckt, als es ohne Beeinträchtigung des Stromdurchganges angeht. Vermutlich wird aber das Element auf die Dauer nicht so ungestört arbeiten, wie es der Erfinder in seiner sehr ausführlichen Patentschrift beschreibt. — Hellesens Enke und V. Ludwigsen[2]) geben dem alkalischen Elektrolyt ihres Elementes einen Zinkatgehalt von etwa 2—8 Äquivalentprozenten der Alkalimenge, damit das Zink sich nicht allmählich unter Wasserstoffentwicklung auflöst.

Die metallenen Behälter für alkalische Elemente werden von Erwin Achenbach[3]) mit einer Legierung von Blei und Zinn, z. B. zu gleichen Teilen, überzogen, die er auch als Lot benutzt, um den Zinkeinsatz in den Becher einzulöten.

Taschenlampenbatterien. Eingedickte Sulfitzelluloselauge haben sich L. Elkan Erben[4]) als Füllmasse für Trockenelemente schützen lassen. — Die bei der Verarbeitung von Kalkstickstoff zu Ammoniak abgeschiedene Kohle ist, wie die Chemische Fabrik Griesheim-Elektron[5]) gefunden hat, ein ausgezeichneter Ersatz für Graphit. Diese aus den schlammigen Rückständen gewonnene, vom mitabgeschiedenen Kalk befreite Kohle ist nach Angabe der Erfinderin sogar ergiebiger und leistungsfähiger als der natürliche oder der beste künstliche Graphit.

Verschiedene Erfindungen beziehen sich auf die mechanische Herstellung von Batterieteilen. Fritz Böcker und Alfred Eichhoff[6]) stellen den Boden des Zinkbechers her, indem sie das Mantelblech auszacken, die Zacken rechtwinklig umbiegen und elektrisch verschweißen. Artur Steuding[7]) hat seine

Maschine zur Herstellung von Beutelelektroden (DRP 295324) dadurch verbessert, daß er die Formen nicht mehr in eine Kette sondern in Revolverscheiben einsetzt, weil durch das kaum zu vermeidende Dehnen der Kette Störungen eintraten. Bei der neuen Anordnung werden die Formen auf der Innenseite der Maschine gefüllt, die Stifte auf der Außenseite eingesetzt. Bei der Maschine zur Herstellung von Beutelelektroden, welche Willy Merten[8]) sich hat schützen lassen, befindet sich die gepulverte Masse in einer mit den Formen besetzten Füllscheibe; während diese sich dreht, drücken zunächst zwei sich gegeneinander bewegende Stempel das Pulver zusammen, wobei gleichzeitig der eine Stempel das Loch für den Kohlenstift herstellt. Beim Weiterrücken der Scheibe führt ein dritter Stempel den Stift ein; zugleich bewegt sich die Form, in welcher der Stift saß, aufwärts und ein vierter Stempel abwärts, wodurch die Beutelelektrode stark zusammengepreßt wird. Schließlich gelangt die Elektrode an einen fünften Stempel, der sie aus der Form herausstößt.

Ein Vortrag von K. Arndt[9]) über Taschenlampenbatterien behandelt den Bau, die Rohstoffe und die bei der Entladung verlaufenden chemischen Umsetzungen.

[1]) Steinbusch, DRP 300233. — [2]) Hellesens Enke u. Ludwigsen, DRP 296397. — [3]) Achenbach, DRP 282284. — [4]) Elkan Erben, DRP 302211. — [5]) Griesheim-Elektron, DRP 297412. — [6]) Böcker u. Eichhoff, DRP 302740. — [7]) Steuding, DRP 296690. — [8]) Merten, DRP 296628. — [9]) Arndt, Z. Elchemie 1917, S 165.

Akkumulatoren und ihre Verwendung.

Von Oberingenieur Dr. Lorenz Lucas.

Theorie. Allgemeines. Frederik Getmann[1]) fand das Potential der Bleielektrode in 0,2-normal Bleinitrat gegen Kalomel gemessen zu 0,1318 V bei 25°. Dabei verwandelte sich das frisch gegossene metallische Blei in eine graue zerbröckelnde Modifikation. Zuverlässigere Messungen liegen von T. Günther[2]) vor, nach denen die EMK des Bleies in Bleichlorid gegen die Kalomelelektrode zu 0,5277 + 0,00021 t gefunden wurde, was einer Bildungswärme des Bleichlorids von 85390 cal entspricht. — Jumeau[3]) bezweifelt die Richtigkeit der Angabe von Fery, daß die wirksame Substanz der pos. Elektroden Pb_2O_5 sei, das sich zu PbO_2 reduziere. Allerdings hielt er zur Aufklärung der Abweichungen der Schwefelsäureaufnahme von + Platten weitere Untersuchungen für erforderlich. — Dohmen[4]) findet, daß die Gasentwicklung bei Ladung einer Bleibatterie bei 2,3, d. i. bei 0,63 V Überspannung über die Wasserzersetzungsspannung von 1,67 V beginnt. Die Schlußladespannung ist abhängig von der Stromstärke und steigt vom 0,2-fachen bis zum 2-fachen normalen Ladestrom von 2,58 bis 2,85 V.

Von theoretischen Arbeiten über den alkalischen Akkumulator sind folgende Angaben bemerkenswert: L. C. Turnock[5]) berichtet bei der Hauptversammlung der Amer. Chem. Soc. (3.—6. X. 17) in Pittsburg, daß ein Zusatz von 50 g Lithiumhydrat auf 1 Liter 21 proz. Kalilauge eine Erhöhung der Kapazität des Edison-Akkumulators bis zu 12% hervorbrachte, trotzdem der Widerstand des Elektrolyts dadurch um 21% erhöht wurde. Derselbe[6]) fand bei Untersuchung der Temperatureinwirkung auf den Edisonakkumulator, daß tiefe Temperatur die Kapazität bedeutend herabmindert. Der Wirkungsgrad nimmt mit der Temperatursteigerung bis zu 50° zu, fällt aber bei höherer Temperatur stark ab. Der beste Wirkungsgrad ergibt sich, wenn bei niedriger Temperatur geladen und bei höherer Temperatur entladen wird. — Körner[7]) berichtet über das elektrolytische Verhalten von Wolfram und die Möglichkeit seiner Benutzung als neg. Elektrode. Die Versuche sind noch nicht abgeschlossen.

Ein Buch von Lucas[8]), das in neuer Auflage erschienen ist, behandelt die Rohstoffe, die Konstruktion und Fabrikation, sowie das Verhalten der Bleiakkumulatoren im Betriebe, die Schaltungen für stationäre und Zugbeleuchtungsanlagen. Dann folgen alkalische Akkumulatoren, Primärelemente, Normalelemente und Normalelektroden, sowie deren Verwendung. Daran schließen sich allgemeine elektrochemische Theorien und die theoretische Behandlung des Bleiakkumulators.

Neuerungen an Zellen und Fabrikationsverfahren. Elise Luckow[9]) will elektrische Bleisammler dadurch herstellen, daß sie gelochte Weichbleiplatten auf beiden Seiten aufrauht und mit einer pulverförmigen oder breiigen Masse tränkt, die die Formiersalze enthält und während der Plantéformation wieder entfernt wird. — Karl Luckow[10]) will verrottete oder an Kapazitätsschwund leidende elektrische Sammlerplatten durch Negativladen in ganz verdünntem Elektrolyt und Verbrennenlassen an der Luft vor dem Positivladen wieder in brauchbaren Zustand versetzen. — Die Fabrik el. Zünder[11]) baut eine perforierte Röhrchenelektrode mit geriffeltem Bleikern. — Dieselbe [12]) will die wagerechten Röhrchen einer Elektrode durch senkrechte Wände in genügendem Abstande halten.

Viele Vorschläge werden gemacht, die Gefäße für transportable Akkumulatoren widerstandsfähiger gegen die Ausbauchung in der Wärme zu machen. Die Hannoverschen Gummiwerke Excelsior[13]) versteifen eine dünne säurebeständige Wand durch nicht deformierendes säurebeständiges Material. — Joh. Meister[14]) will den Akkumulator, dessen Gefäß aus einem in der Wärme leicht aufbauchenden Stoff z. B. Zelluloid besteht, mit Schutzhüllen aus mechanisch festem und hitzebeständigem Stoff umgeben. — W. Senst[15]) will Behälter für säurehaltige Flüssigkeiten aus schichtenweise übereinandergelegten Blättern aus Papier oder Faserstoff, die durch säurebeständiges Klebemittel zusammengehalten werden, herstellen. — R. W. Bosch[16]) will zwischen Akkumulator und umgebendes Schutzgehäuse eine wärmeisolierende Schicht legen, um die bei Ladung und Entladung auftretende Wärme in der Zelle zu halten. — Hauptsächlich für alkalische Akkumulatoren sind wohl folgende Vorschläge gedacht: Böcker und Eichhoff[17]): becherförmiges Metallgefäß für galvanische Elemente, dessen Boden durch umgebogene Zacken der Wand, die zusammengeschweißt sind, gebildet wird. Vgl. S 106. — E. Achenbach[18]): Behälter für alkalische Elemente aus Metallblech, der innen mit einer Legierung aus Blei und Zink überzogen ist und mit der Zinkelektrode direkt Verbindung haben soll. Vgl. S 106.

L. C. Turnock[19]) beschreibt die Herstellung von Nickelhydroxyd aus reinem Nickelsulfat und des Eisenpulvers aus norwegischem oder schwedischem Eisen durch Überführen in Sulfat, Abrösten und Reduzieren mit dem Wasserstoff, der sich bei Lösung von Nickel und Eisen in Schwefelsäure bildet, und Zumischen von etwas Quecksilberoxyd.

Als Elektrolyt für das Nickel-Eisenelement wird 21 proz. Kalilauge unter Zugabe von 50 bzw. 15 g Lithiumhydroxyd pro Liter verwendet. — Ein alkalisches Nickel-Eisenelement für Starkstrom ist von Edison[20]) für Unterseebootselemente gebaut. Das Element soll bei 10 stündiger Entladung 1,25 V mittlerer Spannung und einen Wirkungsgrad von 83% in Ah und 57,6% in Wh, bei 1 stündiger Entladung eine mittlere Spannung von 1 V und einen Wirkungsgrad von 80% in Ah und 44,4% in Wh haben.

Schienenfahrzeuge. Winkler[21]) gibt eine kurze Geschichte des Bahnwesens und Beschreibung der Akkumulatorenlokomotiven für die SSW und der Kleinbahnlokomotive für die Harzer Ölwerke. — Kalbfuß[22]) beschreibt eine Akkumulatorenlokomotive von Max Schiemann für die Industriebahn Altona-Ottensen. — Grempe[23]) beschreibt einen neuen Akkumulatoren-Doppelwagen der Preuß. Staatsbahn und gibt Gesichtspunkte für die Wahl der Wagen wie Einzelheiten derselben. — Die AEG[24]) beschreibt einen Akkumulatoren-Doppelwagen mit Nebenschlußmotoren für Stromrückgewinnung in Gefällen. — Auf der Strecke Hirschberg-Löwenberg der Niederschlesischen Gebirgsbahn soll

an Stelle des Dampfbetriebes der el. Betrieb mit Akkumulatorenwagen treten, die bis zu 6 gekuppelt und von einer Stelle geschaltet werden können[25]). Den Ladestrom liefert das Kraftwerk der Queistalsperre. — Czaplinski und Swadosch[26]) geben Beschreibung des Betriebes mit führerlosen Akkumulatorenlokomotiven im Braunkohlenbergbau; die Kosten seien halb so hoch wie früher mit Pferdebetrieb.

Elektromobile. Der steigende Mangel an Rohmaterialien, namentlich Gummi, hat in Deutschland die Elektromobilindustrie auch weiter aufgehalten, namentlich haben die Personenwagen darunter gelitten, während die Verwendung der Lastwagen, namentlich für schwere Lasten, 5 t, sich trotz der Beschaffungsschwierigkeit erweiterte. In England hat der Krieg eine wesentliche Ausdehnung der Elektromobile gebracht, da dort Gummi billig zu haben, die Beschaffung von Benzin aber schwierig ist. Die Konstruktion, Behandlung und Kosten der Elektromobil-Personen- und Kraftwagen sind eingehend behandelt in Elektromobil, Zürich und Elektromobil Wien.

Grempe[27]) beschreibt die Verwendung von Vorspann-Elektromobilen bei der Müllabfuhr in Fürth, sowie allgemein die Elektromobil-Vorspannwagen. — Berlit[28]) beschreibt die Verwendung von Elektromobilen im städt. Fuhrpark Wiesbaden zur Müllabfuhr, Straßensprengung und allgemeine Lastenbeförderung; die mechanische und elektrische Konstruktion der Zugwagen, geliefert von Hansa-Lloydwerken und Henschel & Co., Stromverbrauch auf den verschiedenen Pflasterarten, Betriebskosten und Vergleiche mit anderen Beförderungsarten werden eingehend behandelt. — Rödiger[29]) entwickelt die Aussichten in der Anwendung elektrischer Wagen nach dem Kriege. Derselbe[30]) gibt einen Kostenvergleich zwischen Benzinwagen und Elektromobil unter Berücksichtigung der Vor- und Nachteile beider Bauarten.

Die gesteigerte Verwendung von elektrischen Personen- und Lastwagen hat in den Ver. Staaten von Amerika zum Bau von vielen Lade- und Unterhaltungsstellen[31]) geführt, in denen die Wagen gegen eine nach Gewicht abgestufte monatliche Miete, die z. B. für 1 Personenelektromobil 180 M kostet, vollkommen in Stand gehalten und auf telephonischen Anruf vor die Tür gefahren werden. Die durchschnittliche Benutzung eines Privatwagens ist etwa 1000 km im Monat. Durch die Aufladung wird den Elektrizitätswerken ein angenehmer Tagesausgleich gebracht, z. B. gibt Caldwell[32]) für Memphis 600000 kWh Ladeenergieverbrauch an. Es wird angegeben[33]), daß die Ver. Staaten etwa 35000 Elektromobile in Betrieb haben. — Die Hartford El. Light Co.[34]) verkauft Elektromobile und Vorspannwagen ohne Batterie und wechselt die entladenen Batterien gegen geladene für eine runde Summe aus. So hat sie 88 Lastwagen verschiedener Bauart in Behandlung. Der mittlere Stromverbrauch ist etwa 1,12 kWh für die Wagenmeile mit Maximum im Februar; im Februar 1916 mit 1,9 kWh. Die mittlere Tonnenmeile braucht 1,3 kWh. In 4½ Jahren sind 6956 Edisonzellen beschafft worden, von denen 225 in Reparatur zurückgegeben wurden, davon 57 wegen Undichtigkeit. Die größte englische Ladestation beherbergt 120 Fahrzeuge, hauptsächlich nach dem Batterieumwechslungssystem, und blickt auf eine 15jährige Erfahrung zurück. Kurven über den monatlichen mittleren Stromverbrauch, die Anzahl der monatlich unterhaltenen Wagen und Batterien, die monatlich gefahrenen Meilen und Lademengen von 1912—1917 ergänzen den Aufsatz.

Wie in Amerika, so sollte auch in England ein Zusammenarbeiten von Elektrizitätswerken und Herstellern der Elektromobile stattfinden[35]), fahren doch in England über 900 Elektromobile und eine große Zahl Batterietrucks. Deshalb ist eine Karte von England[36]) gezeichnet, in der alle Stellen angegeben sind, in denen Elektromobile aufgeladen werden können, und es wird angeregt, diese Auflademöglichkeiten zusammenfassend besser und weiter auszubauen.

Brockman[37]) berichtet in der Institution of Engineers and Shipbuilders in Scotland allgemein über die Verwendung von Elektromobilen als Lastwagen, Vorspann-, Personen-, Kranken-, Luxuswagen, Lastkarren, Omnibus und Taxa-

meter. Von allen Kraftwagen haben sich Elektromobile für beschränkten Aktionsradius am besten bewährt: 1. wegen der niedrigen Energiekosten und des Fortfalls von Kraftaufwendung während der Ruhe, 2. der Aktionsradius ist der doppelte bis dreifache des Pferdebetriebes für gleiche Last, 3. sie laufen von selbst an und können durch billige Arbeitskräfte bedient werden, 4. sie sind kurz gebaut und nehmen wenig Platz auf Straßen und in Schuppen ein, 5. sie sind sauber, gesund, ohne Feuersgefahr. Eine Ladung genügt für 40 Meilen bei einer Geschwindigkeit von 8—12 Meilen/Stunde. Durch Schnellaufladung mit 2,3 V für die Zelle kann die Batterie in Mittags- und Ladepausen 50% ihrer Kapazität wieder aufnehmen, so daß 110—120 km am Tag gefahren werden können. Die durchschnittliche Tagesleistung eines Lastwagens ist 56 km. Die Gewichtsdifferenz zwischen Elektromotoren + Batterie und Petroleummotor mit allem Zubehör ist erstaunlich gering. Die Anschaffungskosten sind etwas höher, die Unterhaltungskosten etwas geringer als beim Petroleumauto, Reparaturen erheblich geringer. Der Batteriestrom kann zur Beleuchtung und zum Be- und Entladen des Wagens herangezogen werden. Wichtig ist gute Überwachung in der Ladestation; fast alle Störungen sind auf mangelhafte Überwachung hier zurückzuführen. Für Batterie kommen sowohl Blei- wie alkalische Akkumulatoren in Frage. Trotz geringerer Geschwindigkeit leistet ein Elektromobil im Stadtbetriebe mehr wie ein Petroleumauto von 15 kW, weil es schneller anfahren und lenken kann. Dann folgt Beschreibung der Orwell-Elektromobile und Kostenvergleichung zwischen Elektromobil, Pferden, Petroleumauto und Dampfwagen, dann die Verwendung im städtischen Fuhrpark als Last-, Spreng- Feuerwehrleiter-, Turmwagen, Vorspannwagen, Straßenwalze und Lastkarren auf Bahnhöfen und in Magazinen. In Glasgow ist innerhalb 12 Monaten an städt. Elektromobilen keine Störung vorgekommen, die auf den elektrischen Teil zurückzuführen wäre. Brockman glaubt an eine starke Zunahme im städt. Elektromobilverkehr, da mit Zunahme des Luftverkehrs das Benzin immer teurer wird und Elektromobile für den dichten Straßenverkehr geeigneter sind als Benzinwagen und Pferde, weil sie schneller und bequemer anfahren können, weniger Raum beanspruchen und außerdem wirtschaftlicher sind.

Priestley[38]) berichtet über Elektromobilmüllabfahr in Sheffield. 1914 eingeführt mit einem Wagen, hat sie sich so gut bewährt, daß 1917 in Betrieb 8 Wagen, in Bestellung 2 sind, bei Tag und Nachtbetrieb. Die Aschenabfuhrkosten betragen bei Elektromobilen 34,2 d/t, bei Pferden 66,2 d/t; dabei leistet ein Elektromobil soviel wie 5,15 Pferde. Die Ersparnisse betragen 48% gleich 2000 £ im Jahre.

Raymond J. Mitchell[39]) behandelt das Elektromobil zur Warenbeförderung im Werk und auf der Straße. Der elektrische Lastkarren ist durch kein anderes Transportmittel zu ersetzen wegen seiner großen Manöverierfähigkeit, geringen Geschwindigkeit bei großer Kraftentfaltung, niedriger gedrungener Bauart, Einfachheit, Sicherheit und Ökonomie. Wie das Elektromobil Pferde-, so soll der Karren Menschenkraft ersetzen. Zur Bedienung sind auch Frauen zu gebrauchen. Der Fahrer steht vorn und betreibt Einschalten und Bremsen durch Treten auf Plattformteile, Lenken mit Handhebeln. Sehr zweckmäßig ist, die Plattform etwas hebbar zu machen, damit sie unter Ladebrücken fahren und diese anheben und transportieren kann, wodurch Be- und Entladeaufenthalt fortfallen. Auch Kippkasten lassen sich auf denselben anbringen. Der Truck kann wegen seiner geringen Geschwindigkeit sehr starke Steigungen nehmen, z. B. auf einem Londoner Bahnhof Laderampen 1:5 Steigung. In England sind zurzeit 4—500 Stück in Betrieb, doch könnte das 20 fache lohnende Verwendung finden. Eine Londoner Firma Harrods arbeitet mit 80 Lastelektromobilen zur Lebensmittelverteilung. Besonders für Milchverteilung sind Elektromobile sehr vorteilhaft. Ein Wagen leistet mit Schnellaufladung am Mittag im Jahre 16000 Meilen.

Ein Lansing[40]) genannter el. Vorspannwagen trägt die Batterie aus 24 Bleizellen im Wagenkasten, der Plattformkarren trägt sie unter der Plattform. Schaltwalze und Bremse werden mit dem Fuß, Steuerung durch Handrad be-

tätigt. Die Bauart schmiegt sich amerikanischen Vorbildern an. — Garrett & Sons[41]) bauen Lastautos von 3,5 t Fassungsraum, welche 35—40 Meilen mit einer Aufladung fahren und eine Geschwindigkeit von 8 bis 9 Meilen i. d. Stunde entwickeln. Der Motor (6 kW) arbeitet mit Kettenantrieb auf die Hinterräder, die Schaltwalze mit 6 Vorwärts- und 4 Rückwärtsstufen springt beim Anziehen der Bremse auf Ausschaltstellung.

Thwaites[42]) vergleicht die Kosten von einem Edisonschen Elektromobil für 2 t mit einem Austinschen Petrolauto für dieselbe Last. Je öfter die Fahrt unterbrochen wird, desto günstiger schneidet das Elektromobil ab. — Die Edison Accumulatorbus Corporation[43]) hat an den Endhaltestellen eine Aufladevorrichtung mit Zusatzmaschinen, automatischen Aus- und Einschaltern hinter der Tafel, so eingerichtet, daß falsche Bedienung ausgeschlossen ist. El. Vehicle Comittee of Great Britain[44]) gibt einen Jahresbericht.

Elektrische Boote. El. Boote[45]) vermehren sich rasch auf der Themse. Die von Maidenhead sind 9 m lang, haben 50 Zellen (EPS) von 200 Ah; die meisten Boote haben nur 30 Zellen. Der Motor treibt bei voller Ausnutzung mit 38 A bei 100 V mit 18 km/h. 10 km/h werden bei Parallelschaltung der beiden Batteriehälften erreicht. Eine Ladung reicht normal für 6 h. Die Batterie ist mit dem Motor in der Mitte des Bootes aufgestellt und stört dort nicht. Der Vorteil der el. Boote ist ruhiger Lauf, keine Störung für andere Benutzer des Flusses.

Elektrische Zugbeleuchtung. Die Beleuchtung der Gotthardlokomotive[46]) beschreibt Brown, Boveri & Co. mit einer durch eine Dampfturbine angetriebenen Gleichstrommaschine von 24 bis 47 V und 250 bis 350 W. In die Dampfzuleitung ist ein Regelventil eingebaut. — Haller[47]) berechnet die Kosten der elektrischen Zugbeleuchtung auf der Österreichischen Nebenbahn Zauchtel-Neutitschein trotz der hohen Stromkosten von 43 Pf für die kWh auf 1029 M gegen 1810 M für die frühere Rübölbeleuchtung. — Büttner[48]) vollendet seine Arbeit: Neuerungen und Fortschritte der elektrischen Zugbeleuchtung mit der Beschreibung der amerikanischen Bauarten: Stone Franklin, bei der die Regulierung durch Gleiten des Riemens durch Gegenkompendierung ersetzt ist. Die Verwendung von 2 Batterien ist beibehalten. Bauart USL von Lanphier arbeitet mit dem Sangamozähler, der für Ladung und Entladung auf verschiedene Empfindlichkeit eingestellt werden kann und nach 25% mehr Ah für Ladung die Spannung der Maschine auf die Ruhespannung der Batterie zurückreguliert. Daran schließen sich Betrachtungen und Messungen über die Höhe der Ladespannung der Akkumulatoren, die abhängig ist von der Ladezeit, Temperatur, dem Zustand der Batterie. Kurven geben Messungen von Dick und Woodbridge. Eine wesentliche Förderung hat die elektrische Zugbeleuchtung durch die Einführung der Halbwattlampe mit Edelgasfüllung erhalten. Am Schluß wird der Stand der elektrischen Zugbeleuchtung in Rußland, Frankreich, England und den Ver. Staaten angegeben. — Die Unterhaltung von Wagenbeleuchtungsbatterien[49]), und zwar sowohl von Blei- wie von Edisonbatterien, wird in Einzelheiten mit Angabe mancher praktisch beachtenswerter Punkte in Railw. El. Engineering beschrieben. Maschinenfabrik Oerlikon[50]) beschreibt ihr Zugbeleuchtungssytem.

Automobilanlasser und -beleuchtung. Albrecht[51]) (vgl. J.B. 1916, S. 125) gibt eine allgemeine Übersicht über el. Anlaßvorrichtungen für Kraftfahrzeuge. Als Akkumulatoren dienen dabei Bleioberflächen- und Gitterplattenelemente, die Masseplatten wegen der größeren Haltbarkeit und alkalischen Akkumulatoren wegen des besseren Nutzeffektes vorgezogen werden. Die Batterien leisten etwa 650 Wh bei 5 std. Entladung, wiegen etwa 32 kg. In Deutschland bevorzugt man 12 V, in Amerika 6 V. Die meisten Systeme arbeiten mit getrenntem Motor zum Anlassen und Dynamo für Ladung und Beleuchtung. Auto Mafam schaltet den Anlaßmotor durch Verschieben des Ritzels in den Zahnkranz der Schwungscheibe des Verbrennungsmotors, Markt & Co. rückt durch Andrücken einer Reibrolle auf der Achse des Motors ein, Gray & Davis legen in die mehrfache

Kettenübertragung zwischen Verbrennungsmotor und Dynamo den Anlaßmotor mit einer Freilaufkuppelung, die nur eingerückt wird, wenn Kraft vom Motor zum Verbrennungsmotor übertragen wird. Ist der Verbrennungsmotor auf normale Umlaufzahl gekommen, so schaltet sich die Freilaufkuppelung aus. Rushmore drückt durch eine Spiralfeder den Anker des Anlaßmotors auf die Seite und damit das Ritzel aus der Verbindung mit dem Verbrennungsmotor. Wird das Feld des Anlaßmotors erregt, so wird die Kraft der Spiralfeder überwunden und das Ritzel eingeschaltet. Ist die Tourenzahl so hoch, daß der Motor keinen Strom mehr empfängt, so überwiegt die Kraft der Feder und schaltet das Ritzel aus.

Um Akkumulator und Anlaßmotor von dem Stromstoß zu entlasten, der zur Überwindung der ruhenden Reibung des Verbrennungsmotors notwendig ist, treibt eine amerikanische Firma das Transmissionsstück zwischen Reibungskuppelung des Explosionsmotors und Wechselgetriebe durch den Anlaßmotor an und schaltet dann erst die Reibungskuppelung zum Motor ein. Eine andere spannt mit dem Anlaßmotor erst eine Spiralfeder und schaltet dann Feder und Motor zusammen auf den Explosionsmotor. Eine weitere Vereinfachung wird darin gefunden, die Wickelungen von Dynamo und Motor auf einen Motorgenerator zu bringen. Die United States Light and Heating Co. befestigt den Motoranker direkt auf der Achse des Verbrennungsmotors und versieht die Magnete mit getrennten Wickelungen für Motor- und Dynamobenutzung. Die Harat Export G. m. b. H. versieht sowohl Magnete wie Anker mit 2 getrennten Wickelungen, außerdem die Ankerachse mit 2 Ritzeln, von denen entweder das eine mit hoher Übersetzung zum Anlassen oder das andere mit niedriger Übersetzung zum Ankerantrieb für Licht und Ladung während der Fahrt dient. Das System führt den Namen Delco nach der Erfinderin Dayton Engineering Laboratory Co. Die Anlaßvorrichtungen weisen also noch große Verschiedenheiten auf, trotzdem besteht die Aussicht, daß das el. Anlassen, verbunden mit der el. Beleuchtung, alle anderen Anlaß- und Beleuchtungsvorrichtungen verdrängt infolge der einfachen Handhabung und der Ersparnisse beim Warten.

Claydon[52]) hält die Vereinigung von Motor und Dynamo in einer Maschine für keinen Vorteil. Bijur hält die Regelung der Spannung bei verschiedenen Touren durch eine Hilfsbürste für zu kompliziert. Um bei Doppelmaschinensystem die Schwierigkeit der Einschaltung der Dynamo zu umgehen, lassen Van der Well & Co. die Dynamo beim Einschalten des leerlaufenden Motors mitlaufen. Neuerdings zieht man die Anlaß- und Beleuchtungsbatterie auch zur Zündung heran.

Löwy[53]) betrachtet die Verbindung von Dynamo und Akkumulator hauptsächlich vom Standpunkte der Beleuchtung, bei der die Konstanthaltung der Spannung der Dynamo mit wechselnder Tourenzahl wesentlichstes Moment ist. Er beschreibt das System Dick von Siemens-Schuckert[54]), bei dem die Spannung der Dynamo durch ein Solenoid einen Ankerkern mehr oder weniger tief in Quecksilber taucht und damit den Widerstand des Nebenschlußregulators ändert, das System Bosch, bei dem der Anker des Solenoids mit einem der Spannung entsprechenden Druck den Widerstand einer Kohlenkörnermasse in der Nebenschlußleitung ändert; das System AEG-Union mit einer Friktionskuppelung, die bei Überschreitung von z. B. 1000 Touren zu schlüpfen anfängt; das System Lestra von Weidemanns Ww., bei dem durch die Formgebung von Magnetjoch, Polschuhen und Luftschlitzen die Ankerspannung in weiten Tourengrenzen konstant gehalten wird. Bilau[55]) behandelt die Aussichten der Kraftwagen nach dem Kriege, unter Heranziehung von amerikanischen Erfahrungen und Produktion, wobei auch die elektrischen Anlasser betrachtet werden.

Kleinbatterien. Hortens[56]) beschreibt die bauliche, mechanische und elektrische Einrichtung einer Werkstatt zum Laden und Reparieren von transp. Akkumulatoren. — Die Concordia Elektrizitäts-A.-G.[57]) versieht ihre elektrischen Grubenlampen mit einem Ventil, das sich beim Einschieben in die

Ladevorrichtung öffnet und beim Herausziehen wieder schließt. Turguand und Kew[58]) schließen das Gehäuse ihrer Grubenlampen gas- und wasserdicht durch einen mit Blei gefütterten Stahlring. Die Lampen werden für eine und 2½ Kerzen und 10stündig hergestellt. — Die Commonwealth Edison Co.[59]) stattet ihre Mannschaft zur Kabeluntersuchung mit tragbaren Batterien von 6 V und 80 Ah aus zum Ableuchten der Kabelschächte. Batterieeigengewicht 18 kg. — Der Ersatz von Primärelementen durch Akkumulatoren in der Signal- und Fernsprechtechnik macht weitere Fortschritte, und zwar verwendet man sowohl auswechselbare Batterien wie solche, die zentral oder im Netz verteilt an eine Ladeleitung angeschlossen sind. Erstere Anordnung beschreibt Schneider[60]) für den Bahnhof Mainz-Castell und Bieberich, Schulz[61]) für den Bahnhof in Husum, deren Akkumulatoren teils zum Laden transportiert werden müssen, teils eine ortsfeste Aufstellung und Ladeleitung haben. Beide Abhandlungen geben genaue Schaltungsskizzen und Rentabilitätsberechnungen gegenüber Primärelementen an. — Schotte[62]) verwendet bei einer Anzahl stark beanspruchter Klappenschränke eine Hauptbatterie, die dauernd geladen wird und parallel hierzu an jedem Klappenschrank eine fest damit verbundene kleine Pufferbatterie, die den Spannungsabfall in den Zuleitungen bei Belastungen der Klappenschränke ausgleichen sollen.

[1]) Fred. Getmann, J. Am. Chem. Soc. Bd 38, S 792. — Z. angew. Chem. 1917, II, S 93. — [2]) T. Günther, Z. Elchemie 1917, S 197. — [3]) Jumeau, El. Masch.-Bau 1917, S 464. — Rev. gén. d'él. 4. 8. 17. — [4]) Dohmen, Tel.- u. Fernspr.-Techn. Jg. 6, S 65. — El. Masch.-Bau 1917, S 475. — [5]) L. C. Turnock, Z. angew. Chem. 1917, III, S 623. — [6]) L. C. Turnock, Engineer v. 15. 12. 16. — Z. Ver. D. Ing. 1917, S 223. — [7]) Körner, El. World Bd 69, S 141. — Met. Chem. Engin. v. 1. 1. 17. — [8]) L. Lucas, Die Akkumulatoren und galvanischen Elemente, 2. Aufl., 141 S, 8⁰, 92 Abb. Leipzig 1917, M. Jänecke. — Bespr.: ETZ 1917, S 471. — El. Masch.-Bau 1917, S 60. — Z. Elchemie 1917, S 187. — [9]) Elise Luckow, DRP 302196. — [10]) Karl Luckow, DRP 300866. — [11]) Fabr. el. Zünder, Köln-Niehl, DRGM 668273. — [12]) Fabr. el. Zünder, Köln-Niehl, DRGM 668483. — [13]) Hann. Gummiwerke, DRP 303043. — [14]) Joh. Meister, DRP 303017. — [15]) W. Senst, DRGM 662903. — [16]) R. W. Bosch, DRGM 668435. — [17]) Böcker u. Eichhoff, DRP 302740. — [18]) E. Achenbach, DRP 302284. — [19]) L. C. Turnock, Met. Chem. Eng. Bd 15, S 259. — J. Soc. Chem. Ind. Bd 35, S 1023. — Z. angew. Chem. 1917 II, S 298. — [20]) Edison, El. World Bd 66, S 1103. — ETZ 1917, S 225. — [21]) Winkler, D. Straß.- u. Kleinb.-Ztg. 1917, S 51. — [22]) Kalbfuß, D. Straß.- u. Kleinb.-Ztg. 1917, S 39. — [23]) Grempe, D. Straß.- u. Kleinb.-Ztg. 1917, S 281. — [24]) AEG-Mitt. 1917, S 22. — [25]) Z. Ver. D. Ing. 1917, S 202. — [26]) Czaplinski u. Swadosch, Bergbau u. Hütte Bd 1, S 30. — ETZ 1917, S 125. — [27]) Grempe, Mitt. Ver. EW 1916, S 416. — D. Straß.- u. Kleinb-Ztg. 1917, S 305. — Feuer u. Wasser 1917, S 129. — [28]) Berlit, Z. Ver. D. Ing. 1917, S 365. — [29]) Rödiger, Allg. Autoztg. 1917, Heft 42, S 11. — [30]) Rödiger, El. Masch.-Bau 1917, S 345. — [31]) El. World Bd 65, S 810. — ETZ 1917, S 237. — Z. Ver. D. Ing. 1917, S 1008. — El. Masch.-Bau 1917, S 345. — [32]) Caldwell, El. World Bd 69, S 551. — [33]) Electr. (Ldn.) Bd 79, S 140. — [34]) El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 562. — Electr. (Ldn.) Bd 80, S 19. — [35]) El Rev. (Ldn.) Bd 80, S 561. — [36]) El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 368. — [37]) Brockman, Inst. Eng. Shipbuild. Scotl. Bd 60, III. — El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 163. — Electr. (Ldn.) Bd 78, S 708, 736. — El. World Bd 69, S 616. — [33]) Priestley, El. Rev. (Ldn.) Bd 81, S 55, 118. — Electr. (Ldn.) Bd 79, S 621, 627. — [39]) R. J. Mitchell, Electr. (Ldn.) Bd 80, S 449. — [40]) El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 5. — [41]) Garrett & Sons, El. Rev. (Ldn.) Bd 81, S 100. — [42]) Thwaites, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 898. — [43]) El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 598. — Electr. (Ldn.) Bd 79, S 357. — [44]) El. Rev. (Ldn.) Bd 81, S 8. — [45]) Electr. (Ldn.) Bd 80, S 3. — [46]) Z. Ver. D. Eisenb.-Verw. v. 23. 5. 17. — Z. Ver. D. Ing. 1917, S 523. — [47]) Haller, Organ Fortschr. Eisenbahnwes. 1916, S 396. — Z. Ver. D. Ing. 1917, S 16. — [48]) M. Büttner, El. Kraftbetr. 1917, S 1, 9. — [49]) Rlwy. El. Eng. Bd 8, S 161. — [50]) Maschinenfabrik Oerlikon, Per. Mitt. 1917, Nr 86. — El. Masch.-Bau 1917, S 282. — [51]) Albrecht, Helios Fachz. 1917, S 33, 41. — [52]) Claydon, El. Engin. Bd 12, S 433. — ETZ 1917, S 569. — [53]) Löwy, El. Masch.-Bau 1913, S 640; 1917, S 264. — [54]) SSW, El.

Masch.-Bau 1913, S 1076. — [55]) Bilau, Autorrundschau 1917, Heft 1, S 10; Heft 3, S 23. — [56]) Hortens, Helios Fachz. S 161. — [57]) Concordia-El.-A.-G., DRP 299202. — [58]) Turguand u. Kew, El. Engin. Bd 12, S 458. — ETZ 1917, S 418. — [59]) Commonwealth Edison Co., El. World Bd 68, S 425. — [60]) Schneider, Stellwerk 1917, S 14. — [61]) Schulz, Stellwerk 1917, S 97. — [62]) Schotte, Telegr.-Fernspr.-Techn. Jg. 5, S 105, 116. — El. Masch.-Bau 1917, S 290.

IX. Anwendungen der Elektrochemie.

Galvanotechnik: Galvanoplastik, Galvanostegie und elektrolytische Analyse. Von Dr. Karl Neukam, Nürnberg. — Elektrometallurgie. Von Prof. Dr. K. Arndt, Charlottenburg. — Herstellung chemischer Verbindungen und deren Verwendung. Von Prof. Dr. K. Arndt, Charlottenburg.

Galvanotechnik.

Von Dr. Karl Neukam.

Galvanoplastik. Für die Herstellung von genügend widerstandsfähigen und auch für hohe Druckauflagen geeigneten Druckplatten hat sich ziemlich allgemein die Härtung der aus Bleilegierung bestehenden Platte durch eine galvanische Vernicklung eingebürgert. Die während des Krieges eingetretene Nickelbeschlagnahme zwingt zu Ersatzverfahren. Nach E. Krause[1]) bietet die galvanische Verstählung Ersatz des Nickelüberzugs; sie kann außerdem mit Vorteil bei der Erzeugung von Gießformen für Drucklettern Anwendung finden. Die Eisenbäder haben den Vorteil großer Billigkeit, so daß sie die Kobaltbäder, welche bisher den wichtigsten Nickelersatz darstellten, aber in letzter Zeit überaus teuer wurden, mehr und mehr verdrängen dürften. An Stelle der Kupfergalvanoplastik haben sich die Verstählungsverfahren noch nicht allgemeiner einführen können, weil die Eisenbäder nur heiß gebraucht werden, wobei die üblichen Wachsformen zerstört würden. Es sind nur die nach dem Bleiprägverfahren hergestellten Matrizen verwendbar. C. Rancke[2]) bespricht die Herstellung von Galvanobronzen auf einem Steingut- oder Terracottauntergrund in der Absicht, der keramischen Industrie neue Arbeitsgebiete zu eröffnen. Seine Ausführungen enthalten wertvolle Hinweise über die Wahl der Grundmasse und deren zweckmäßigste Bearbeitung, namentlich für solche Gegenstände, bei denen der Metallüberzug nicht die gesamte Oberfläche bedecken soll.

Galvanostegie.

Allgemeines. Auf dem Gebiete der elektrolytischen Metallabscheidung sind in den letzten Jahren eine Reihe von Erscheinungen ihrem Wesen nach erforscht worden. J. Nußbaum[3]) bringt eine sehr interessante Zusammenstellung über die Theorien, welche das Auftreten von Kristallbildungen bei galvanischen Niederschlägen aufzuklären versuchen, und behandelt auch den Einfluß der Kolloidstoffe auf die Struktur des Niederschlags. Fehlerhafte Galvanisierungen sind häufig auf mangelhafte Einrichtung des Betriebes und auf unsorgfältiges und unsauberes Arbeiten zurückzuführen. Ein Aufsatz[4]) in der Zeitschrift Metall geißelt die in Vernickelungsanstalten vielfach anzutreffenden Mißstände und gibt Anregungen zur richtigen Instandsetzung und Unterhaltung der Bäder und damit zur Erzielung haltbarer und fehlerfreier Vernicklungen.

Reinigung und Vorbehandlung. Bei der allgemeinen Metallknappheit muß das Eisen und namentlich das Gußeisen auch in der Galvanotechnik vielfach als Ersatzmetall herangezogen werden. Gerade das Gußeisen erfordert eine besondere Vorbehandlung; es muß getempert und nach mechanischer Bearbeitung auch noch mit Säuren abgebeizt werden, damit die Gußhaut restlos beseitigt wird[5]). Der Mangel an Säuren zum Abbeizen vor dem Galvanisieren nötigt dazu, auf alle

Arten Säure zu ersparen. So wird man von vornherein bei den Vorarbeiten den Ansatz von Zunderschichten tunlichst zu verhindern suchen oder doch daraufhin arbeiten, die Oxydüberzüge möglichst zu lockern. B. Haas[6]) beschreibt die günstige Wirkung, die bei dem Glühprozeß durch Anwendung der Chromolbäder erzielt werden können. Bei der Nachbehandlung derartig ausgeglühter Gegenstände kann fast immer jedwede Beize entbehrt werden, oder es genügt die Anwendung ganz verdünnter Säuren, um die Oberfläche vollkommen metallisch freizulegen. Die Vorbehandlung zur Verhinderung der Zunderbildung durch Anstreichen mit Chromol und Ausglühen ist übrigens R. Eberhard[7]) als besonderes Verfahren geschützt worden. Daß nicht nur Deutschland zu Einschränkungen im Verbrauch an Beizsäuren gezwungen ist, sondern auch England, geht deutlich aus einem Aufsatz von E. Kilburn Scott[8]) hervor, der allerlei Vorschläge macht, um die nicht mehr zu beschaffenden Säuren zu sparen und zu ersetzen. Zur Entfernung von Rost an Gegenständen aus Eisen und Stahl sollen diese nach einem Verfahren von P. Marino[9]) als Kathoden in ein Bad von 10proz. Phosphorsäure, der auch Natriumphosphat zugesetzt sein kann, eingehängt und bei 50—70° elektrolytisch abgebeizt werden. Dekay Thompson und C. N. Richardson[10]) veröffentlichen Untersuchungen über das Brüchigwerden von Stahlfedern beim Galvanisieren. Sie haben unter verschiedenen Versuchsbedingungen ein starkes Nachlassen der Elastizität feststellen können, sobald Stahldraht unter Stromschluß als Kathode in ein cyankalisches Bad gebracht wurde. Eine Änderung der Zusammensetzung und des Gefüges ließ sich an dem spröde gewordenen Draht nicht nachweisen, wie es auch nicht möglich war, die genaue Ursache des Brüchigwerdens aufzuklären. Auch J. Coulson[11]) konnte beobachten, daß beim kathodischen Beizen der Stahl spröder wird, als wenn er in gleicher Lösung als Anode eingehängt wird. Bei hochkohlenstoffhaltigem Stahl trat die Erscheinung deutlicher auf als bei weichen Sorten. Zu erwähnen wäre noch ein Verfahren von Sh. Cowper-Coles[12]) zur Herstellung festhaftender Kupferüberzüge auf Eisen oder Stahl, nach welchem man die Oberfläche des Eisens zunächst reinigt und dann durch Einwirkung von konzentrierter Salpetersäure, Chromsäure oder ähnliche Methoden passiv macht. Auf das so vorbehandelte Metall wird das Kupfer elektrolytisch niedergeschlagen. Die Verwertung von kupferhaltigen Beizabfallösungen bespricht J. L. Jones[13]). Es handelt sich um die Abscheidung des Kupfers durch Zugabe von Eisenschrott.

Apparate. Die Firma Danneberg und Quandt[14]) in Berlin baut für Metallbeizereien und Ätzereien Dunstabsaugungsanlagen, bei denen die Säuredämpfe sofort nach ihrem Auftreten durch seitlich an den Beizbottichen angebrachte Saugkanäle und Saugschlitze nach unten abgeführt werden. Für die in manchen Betrieben entstehenden Säure- und Metalldämpfe, die nach oben in die Luft entweichen, kommen besondere Dunsthauben zur Anwendung. Bei der Beizvorrichtung von E. Gerhard[15]) zum Abbeizen von Isolierbandeisen führen säurefeste Walzen, die im Innern des Beizbehälters angeordnet sind, die Bänder mehrmals durch die Säure in der Längsrichtung des Behälters; das Getriebe samt den Scheiben kommen weder mit der Säure noch mit den beim Beizen auftretenden Dämpfen in Berührung. Für die Entfettung mit Benzin hat C. Herschel[16]) ein Gefäß mit einer besonderen Sicherung für den Schlammablaßhahn konstruiert; der Schlammsammler kann nur dann entleert werden, wenn durch eine zwangläufige Steuerung der Absperrhahn zum Benzinbehälter geschlossen ist. In die Wand der Galvanisiertrommel von L. Schulte[17]) ist ein Korb eingesetzt, in welchen die Gegenstände behufs Entleerung einfallen. Der Korb ist im ganzen abnehmbar und durchbrochen.

Bäder und Niederschläge. Wie M. Schlötter[18]) hervorhebt, ist die galvanische Verzinkung für rostschützende Überzüge namentlich bei Heeresausrüstungsartikeln sehr geeignet. Die Schwierigkeiten, welche das Auftreten von Zinkschwamm und von ungleichmäßigen und undichten Stellen bieten, lassen sich durch Anwendung entsprechend zusammengesetzter Bäder überwinden. Zur Erzielung glänzender Überzüge, die in ihrem Aussehen, der Feuerverzinkung

nahekommen, ist der Zusatz von Aluminium- und Eisensalzen empfohlen worden. Besonders haben sich kolloide und kapillaraktive Stoffe hiefür bewährt. Gegenüber der Feuerverzinkung hat der elektrolytische Zinküberzug den Vorzug größerer Reinheit und damit auch der höheren Beständigkeit gegen Korrosion durch lokale Ströme. Für das Überziehen von Blechen, Bandeisen und Bandstahl kommt neuerdings das Galvanisieren immer mehr zur Anwendung, da durch dieses Verfahren die Weichheit, Biegsamkeit und Festigkeit des Eisens nicht verändert wird. — Elektrolytisches Eisen stellt A. Estelle[19]) mittels eines aus Alkalilauge bestehenden Elektrolytes dadurch her, daß Eisensauerstoffverbindungen in dem Elektrolyt aufgeschwemmt werden. Es soll nach diesem Verfahren auf billigem Wege ein technisch gut brauchbares Eisen erzeugt werden, das nicht leicht rostet. Da das Ätzalkali durch den Strom nicht verändert wird, braucht bei einer ununterbrochenen Elektrolyse immer nur neues Eisenhydroxyd zugesetzt werden. Wasserstoffreie Eisenverbindungen werden vorher durch Behandlung mit Ätzkali in der Hitze aufgeschlossen. Das Verfahren ermöglicht bei Zugabe von Sauerstoffverbindungen anderer Metalle die Erzeugung von Legierungen. Ein Zusatzpatent[20]) betrifft die Hydratisierung wasserstoffreier Eisensauerstoffverbindungen durch Schmelzen mit kohlensaurem Alkali, wobei geglühtes Eisenoxyd in Alkaliferrit übergeführt und auch Verunreinigungen an Schwefelverbindungen unschädlich gemacht werden. Es lassen sich demnach auch aus schwach schwefelhaltigen Kiesen vollkommen schwefelfreie Eisenabscheidungen erzielen.

Zur elektrolytischen Abscheidung von Zinn auf Eisen verwendet P. Marino[21]) ein Elektrolyt, das hergestellt wird durch Auflösen von salzsaurem oder zitronensaurem Zinn in Salzsäure und Zusatz von Phosphorsäure sowie Weinstein, Salmiak oder Natriumpyrophosphat. Über die elektrolytische Fällung von Nickel berichtet L. D. Hammond[22]), der die Korrosion verschiedenartiger Nickelanoden in den gebräuchlichen Nickelbädern, die Wirkung von Borsäure in solchen Bädern und die Bedingungen zur direkten Vernickelung von Zink untersucht hat. F. C. Mathers und E. G. Sturdevant[23]) konnten nachweisen, daß die geringen anfänglichen Ausbeuten von galvanischen Nickelbädern, die mit Drehkathoden betrieben wurden, beim Arbeiten mit festen Kathoden und die noch geringeren Ausbeuten mit Drehkathoden durch die Verunreinigungen der Nickelsalze verursacht werden. Die Herstellung elektrolytischer Kobaltniederschläge wird in einem Aufsatz in der ETZ[24]) beschrieben. Untersuchungen über die Fällung von Kupfer in Elektrotypiebädern sind von W. Blum, H. D. Holler und H. S. Rawson[25]) angestellt worden. Ein Metall, das in den letzten Jahren für die Stahlveredelung besondere Bedeutung erlangt hat, ist das Vanadin, dessen Herstellung auf elektrolytischem Wege nach den Untersuchungen von S. Fischer[26]) kaum möglich erscheint. Alle Bemühungen, das Metall aus wässeriger Lösung in reiner Form abzuscheiden, sind negativ verlaufen. Ebenso ergebnislos waren die Versuche von R. Kremann, R. Schadinger und R. Kropsch[27]) zur elektrolytischen Abscheidung von Eisenzerlegierungen aus glyzerinhaltigen Eisensalzlösungen mit Zusätzen von Zerchlorid. Beabsichtigt war bei diesen Arbeiten die Herstellung pyrophorer Legierungen, deren Gewinnung auf metallurgischem Wege ziemlich umständlich ist. O. P. Watts und L. De Verter[28]) fassen ihre Versuche zum Schutz des Eisens durch galvanische Überzüge dahin zusammen, daß von den dünnen Plattierungen eigentlich nur die Verzinkung einen Rostschutz gewährt. Überzüge aus Kupfer, Nickel und Messing sind für gewöhnlich voll von Löchern, sie müssen bedeutend dicker gemacht werden. Einen Schutz gewährt nur Nickel von 0,038 mm Dicke, Kupfer und Messing muß 3mal so stark niedergeschlagen werden. Doppelte Überzüge aus zwei verschiedenen Metallen bieten nur dann einen Rostschutz, wenn der äußere Überzug aus Zink besteht. Die Ausführung von galvanischen Vergoldungen auf glanzpolierten Waren bespricht G. Nikolaus[29]). Nach einem Verfahren der Berliner Maschinenbau-A.-G. vormals L. Schwartzkopff, Berlin[30]), zum Dichten von Metallkörpern mit feinen Poren soll das Galvanisieren unter hohem hydrostatischem Druck

vorgenommen werden. Dadurch soll erreicht werden, daß die elektrolytische Flüssigkeit tief in die Poren eindringt und sich im Gegensatz zu der gewöhnlichen Galvanisierung ein dichter Überzug auf den Körpern abscheidet. Ein Bericht über die Erzeugung glänzender Metallüberzüge[31]) auf galvanischem Wege behandelt hauptsächlich die von A. Classen ausgearbeiteten Verfahren, bei denen Hochglanz von Vernicklungen durch einen Zusatz von Süßholzabkochung erreicht wird. Für die Herstellung harter Silberniederschläge ist vor einigen Jahren bereits die Verwendung von sauren Bädern an Stelle der üblichen zyanidischen empfohlen worden. Wie Th. L. Tesdorpf[32]) gefunden hat, liegen beim Gold die Verhältnisse ganz ähnlich. Man erzielt harte, sehr widerstandsfähige Plattierungen aus sauren Goldbädern. Es können nach diesem Verfahren dünne und doch haltbare Überzüge auf Metallunterlagen hergestellt werden, und man braucht nicht so starke Vergoldungen wie beim Arbeiten aus zyanidischem Bad.

Zu erwähnen wären außerdem verschiedene Verfahren, welche auf der Verwendung der anodischen Stromwirkung zum Ablösen von Niederschlägen und zum Ätzen beruhen. G. W. Heise und A. Clemente[33]) haben nachgewiesen, daß sich die Verzinnung sehr glatt von dem Eisenuntergrund ablöst, wenn man das verzinnte Blech als Anode in eine Salpeterlösung einhängt und einen Strom von 3,5 V durch das Bad schickt. Da hiebei das Eisen in keiner Weise angegriffen wird, läßt sich zugleich auf einfache Weise durch Differenzwägung die Stärke der Zinnauflage feststellen. Dieselben[34]) haben auch versucht, bei verzinktem Eisenblech durch ähnliche Lösungen den Zinküberzug zu entfernen. Eine interessante Anwendung der elektrolytischen Ätzung macht die AEG[35]). Während Bleche aus harten Chromnickelwiderstandslegierungen sich mechanisch nur sehr schwierig in der gewünschten Zickzack- oder Spiralform schneiden lassen, kann man durch die anodische Stromwirkung scharfe Schnittlinien erzielen. Das Blech wird mit nichtleitendem Überzug versehen und nur die zu ätzende Linie freigelegt. In einem Bad aus verdünnter Schwefelsäure erfolgt bei Anwendung von Wechselstrom starke Ätzung bis zum Durchschneiden des Bleches. Bei dem Verfahren von K. Albert und E. Ellenberger[36]) zum Ablösen von Kupfer, Nickel usw. von damit überzogenen Blechabfällen wird als Lösungsmittel ein mit Ammoniak versetztes Ammoniumsalz verwendet und das gelöste Metall durch Zusatz von verzinktem Eisenschrott gefällt. Die Ablösung kann gemäß Zusatzpatent[37]) so geleitet werden, daß man nur solange Luft in die Lauge einführt und eine Einwirkung der Lauge auf die überzogenen Blechabfälle stattfinden läßt, als die abfließende Lösung eine Kupferreaktion ergibt. Zur Herstellung teilweise verzinnter Gegenstände sollen nach dem Verfahren von C. Thiel[38]) die zunächst im Schmelzbad vollständig verzinnten Gegenstände stellenweise galvanisch abgeätzt werden. Man versieht diejenigen Partien, an welchen der Zinnüberzug bestehen bleiben soll, mit einer Schutzschicht und löst an den anderen Stellen das Zinn anodisch ab. Die dabei erzielte Oberfläche kann ohne weiteres in einem galvanischen Bad mit einem anderen Metallüberzug versehen werden. Durch das Ätzen wird das Grundmetall aufgerauht; das Verfahren eignet sich daher sehr gut, um äußerst haltbare Galvanisierungen zu erzeugen.

Elektrolytische Analyse.

Der mit der längeren Dauer des Krieges allgemein aufgetretene Rückgang an wissenschaftlichen Veröffentlichungen macht es begreiflich, daß auch auf dem Gebiete der Elektroanalyse im Verhältnis zu den Vorjahren entsprechend weniger zu berichten ist.

Einen Ersatz für die teueren und zurzeit kaum beschaffbaren Elektrolysierschalen aus Platin sollen nach dem Vorschlag von J. Gewecke[39]) Glasschalen bieten, deren gerauhte oder geätzte Innenwandung vor der Elektrolyse mit einer dünnen Silberschicht nach Art der Spiegelversilberungen überzogen wird. Die Stromzuführung erfolgt durch einen Platinblechstreifen, der mit einer Klemmschraube an die Silberauflage angepreßt wird. Für die Anoden muß vorerst

noch Platin Verwendung finden; Kohlenanoden haben noch nicht befriedigt. Mit den leicht herzurichtenden Schalen lassen sich unter gewissen Vorsichtsmaßregeln fast sämtliche Metallfällungen ausführen.

Gegen die Genauigkeit der Bestimmung des Kupfers aus salpetersaurer Lösung sind mancherlei Zweifel laut geworden; L. Hahn[40]) konnte den Nachweis erbringen, daß sowohl Dauerfällung wie Schnellelektrolyse äußerst genaue Werte liefern, und daß die Spuren von Kupfer, die nach Beendigung der Elektrolyse noch in der Lösung verbleiben, höchstens Bruchteile von Milligrammen betragen. Bei solchen Elektrolysen gehen von reinen Platinelektroden sehr geringe Mengen in Lösung, Platiniridium wird in keiner Weise angegriffen. Für die Wertbestimmung des Schwefeleisens verwendet H. Williams[41]) eine indirekte Methode, bei der der als Schwefelwasserstoff entwickelbare Schwefel in einer Kadmiumlösung aufgefangen wird. In dem abgeschiedenen Schwefelkadmium wird das Metall elektrolytisch bestimmt und daraus der nutzbare Schwefel berechnet. Mc. Daniel und L. Schneider[42]) haben die Abscheidung des Silbers aus zyanidischer Lösung zu seiner Bestimmung in Rohmaterialien der photographischen Industrie herangezogen und die Bedingungen für diese Methode derart festgelegt, daß die Resultate trotz der Anwesenheit störender Stoffe brauchbar werden. Zur elektroanalytischen Bestimmung des Bleis in stark bleihaltigen Weißmetallen beschreibt J. Compagno[43]) einen Analysengang, der die Abtrennung des Bleis vom Zinn und Antimon als Sulfid und die Lösung des letzteren in Salpetersäure vorsieht. Auf einem Winklerschen Netz als Anode und einer kleinen Zylinderkathode soll sodann das Blei niedergeschlagen werden. Wie E. P. Schoch und D. J. Brown[44]) nachgewiesen haben, gelingt die elektrolytische Bestimmung von Antimon, Wismut, Kupfer, Blei, Zinn und Kadmium auch aus salzsäurehaltigen Lösungen, wenn man geeignete Reduktionsmittel zusetzt. Hat man die reduzierbaren oder als Chloride fällbaren Metalle entfernt, so läßt sich mit niedriger Spannung zunächst Wismut, Kupfer und Antimon abscheiden. Eine daran anschließende Elektrolyse unter höherer Spannung ermöglicht eine Abtrennung des Zinns, Bleis und Kadmiums. Für die Elektrolyse von Metallegierungen, die kein Eisen enthalten, wurde von J. L. Jones[45]) ein neuer Analysenapparat mit einer Rührvorrichtung aus Wolframstäben angegeben. Bei Zuckeruntersuchungen wird die Kupferbestimmung neuerdings vielfach auf elektrolytischem Wege vorgenommen. Hiebei hat sich zur Überführung des Kupferoxyds in den Elektrolysenbecher der von F. Boericke[46]) beschriebene Vakuumfiltrieraufsatz als handlich und gut brauchbar erwiesen.

[1]) Krause, Metall 1917, S 252. — [2]) Rancke, Sprechsaal Bd 50, S 127. — [3]) Nußbaum, Z. Österr. Ing. u. Arch. Ver. 1916, Heft 38. — [4]) Metall 1917, S 261. — [5]) Metall 1917, S 52. — Bayer. Ind. u. Gewerbebl. Bd 102, S 366. — [6]) Haas, Metall 1917, S 63. — [7]) Eberhard, DRP 299358, Kl 22g. — [8]) Kilburn Scott, J. Soc. Chem. Ind. Bd 36, S 810. — [9]) Marino, USP 1195704. — [10]) Thompson u. Richardson, Met. Chem. Eng. Bd 16, S 83. — [11]) Coulson, Z. angew. Chem. Bd 30, III, S 623. — [12]) Cowper-Coles, USP 1198703. — [13]) Jones, Z. angew. Chem. Bd 30, III, S 623. — [14]) Elchem. Z. Bd 24, S 113. — [15]) Gerhard, DRP 297254, Kl 48d. — [16]) Herschel, DRP 297127, Kl 48d. — [17]) Schulte, DRP 298328, Kl 48a. — [18]) Schlötter, Metall 1917, S 138. — [19]) Estelle, DRP 298339, Kl 18b. — [20]) Estelle, DRP 299835, Kl 18b. — [21]) Marino, EP 11011 von 1915. — [22]) Hammond, Z. angew. Chem. Bd 30, III, S 102. — [23]) Mathers u. Sturdevant, Z. angew. Chem. Bd 30, III, S 102. — [24]) ETZ 1917, S 13. — [25]) Blum, Holler u. Rawson, Z. angew. Chem. Bd 30, III, S 102. — [26]) Fischer, Z. angew. Chem. Bd 30, III, S 102. — [26]) Kremann, Schadinger u. Kropsch, Wiener Monatshefte Bd 38, S 91. — [28]) Watts und De Verter, Z. angew. Chem. Bd 30, III, 101. — [29]) Nikolaus, Elchem. Z. Bd 23, S 193. — [30]) Berliner Maschinenbau-A.-G., DRP 302934, Kl 48a. — [31]) Elchem. Z. Bd 23, S 163. — [32]) Tesdorpf, DRP 298687, Kl 48a. — [33]) Heise u. Clemente, Philippin. Journal Bd 11, S 191. — [34]) Heise u. Clemente, Philippin. Journal Bd 11 S 135. — [35]) AEG Berlin, DRP 301923, Kl 48a. — [36]) Albert u. Ellenberger, DRP 292306, Kl 40a. — [37]) Albert u. Ellenberger, DRP 293140, Kl 40a. — [38]) Thiel DRP 301578, Kl 48a. — [39]) Gewecke,

Chemikerztg. Bd 41, S 297. — [40]) Hahn, Z. angew. Chem. Bd 99, S 201. — [41]) Williams, Chem. News Bd 116, S 13. — [42]) Daniel u. Schneider, Franklin Inst. Bd 182, S 698. — [43]) Compagno, Annali chim. appl. Bd 3, S 164. — [44]) Schoch u. Brown, J. Am. Chem. Soc. Bd 38, S 1660. — [45]) Jones, Z. angew. Chem. Bd 30, III, S 103. — [46]) Boericke, Z. Unters. v. Nahrg. u. Genußmittel Bd 32, S 570.

Elektrometallurgie.

Von Oberingenieur Viktor Engelhardt.

Eisen.

Roheisen. Frick[1]) hat sich ein Verfahren zum Reduzieren von Oxyden, insbesondere von denen des Eisens und Mangans schützen lassen, nach welchem in einem elektrisch beheizten, mit einem Schmelzraum versehenen Schachtofen das Brennmaterial im unteren Teil des Beschickungsschachtes seitlich unter Druck eingeführt und das aufsteigende kohlenoxydhaltige Gas im oberen Teil unter Luftzufuhr verbrannt wird und die Beschickung vorwärmt, ohne daß diese noch zum Sintern kommt.

Ein Auszug aus einem Bericht Lefflers[2]) an das »Jernkontoret« bringt bemerkenswerte Angaben über die Entwicklung der el. Hochöfen. Der erste Versuchsofen in Domnarfvet nahm 500 kW auf, während die neuesten industriellen Ofeneinheiten 6000 kW erreichen. Eine Anlage mit 3 Öfen von je 3000 kVA kostet rd. M. 1 Mill. und erfordert 48 Mann zum Betrieb. Leffler[3]) macht auch Angaben über die Aussichten für die el. Roheisenerzeugung in Nordschweden. Die derzeitigen el. Hochöfen in Schweden haben eine Erzeugungsfähigkeit von 65000 bis 70000 t Roheisen im Jahr. Diese Anlagen liegen aber in Mittelschweden. Da Nordschweden gleichzeitig über große Wasserkräfte und die reichsten Eisenerzlager verfügt, so müßten dort die günstigsten Verhältnisse für eine großindustrielle Herstellung des Elektroroheisens vorliegen. Auf Grund ausführlicher Berechnungen kommt Leffler zu Selbstkosten auf der Hütte von Kr. 71,20 für Gellivara und Kr. 74,60 für Luleå für 1000 kg Roheisen.

Stahl und Flußeisen. Die Erzeugung von Elektrostahl in Deutschland hat in den Jahren 1916 und 1917 eine ganz beträchtliche Steigerung erfahren; sie verteilt sich zu rund $1/3$ auf Induktionsöfen und $2/3$ auf Lichtbogenöfen, wobei die erstgenannte Ofenbauart besonders von den eigentlichen Edelstahlwerken vorgezogen wird.

Rodenhauser[4]) bringt einen Bericht über den gegenwärtigen Stand der Elektrostahlindustrie, welcher interessante Tabellen über die Grenzen der Wettbewerbfähigkeit zwischen Elektrostahl einerseits und Siemens-Martin- und Tiegelstahl anderseits enthält. Wills und Schuyler[5]) haben Untersuchungen über die Wärmeverluste eines Elektrostahlofens angestellt. Sie verwendeten hierzu einen Lichtbogenofen für 2 t Einsatz, in welchem Stahlguß aus Schrott hergestellt wurde, und erhielten folgende Zahlen: Wärmeverluste durch entweichende Gase 12,5%, durch Kühlwasser 5,2%, durch Wärmestrahlung der Elektroden 2,1%, zusammen 19,8%. Diese Verlustziffer von rund 20% betrifft natürlich nur reine Wärmeverluste; die sonstigen Verluste in Elektroden, Kontakten etc. kommen noch hinzu.

Die Mängel der kleinen Lichtbogenöfen zum Schmelzen und Raffinieren von Stahl behandelt McKnight[6]).

Eine Reihe von Veröffentlichungen befaßt sich mit der Erzeugung von Stahlformguß im elektrischen Ofen. Lorenz[7]) prüfte die Frage, ob das saure oder das basische Verfahren vorzuziehen wäre, und findet, daß das basische Verfahren zwar theoretisch genauer arbeite, in der Praxis aber nach beiden Verfahren gleichwertige Ergebnisse erzielt werden können, und daß das Schwergewicht in der Regel bei der Betriebsleitung liege. Ryan, McKee und Walker[8])

beschreiben einen kleinen el. Schmelzofen für Stahlgießereien, der mit einphasigem Wechselstrom betrieben und von Hand kippbar ist und bei abnehmbarem Deckel eine obere und eine untere Elektrode enthält. Es handelt sich also im wesentlichen um einen kleinen Girodofen. — Von Beschreibungen ausgeführter Anlagen zur Herstellung von Stahlformguß mit elektrischem Schmelzbetrieb seien solche über die Werke der Racine Steel Castings Co.[9]) in Racine Wisc. und der Latrobe Electric Co.[10]) in Latrobe, Penn., hervorgehoben. Blackwood[11]) spricht dem Elektroofen vorläufig noch die Möglichkeit ab, mit der Kleinbirne in Wettbewerb zu treten, und zwar hauptsächlich wegen zu starker Schlackeneinschlüsse im Elektrostahl. Er dürfte mit dieser Ansicht wohl ziemlich vereinzelt dastehen.

König[12]) hat sich ein Verfahren zum Desoxydieren von Flußeisen, Stahl oder Kupfer durch Behandlung im flüssigen Zustande mit Gleichstrom schützen lassen. Die aus Kohlenstoff bestehende Anode taucht in das Bad, während die aus Kohlenstoff oder einem anderen Stoffe bestehende Kathode nicht mit dem Bade in Berührung steht, sondern den Strom unter Bildung eines Lichtbogens zum Bade übergehen läßt. Nach einem Patent der Maschinenbauanstalt Humboldt[13]) werden die Elektroden bei Lichtbogenöfen im Querschnitt unterteilt, so daß Nebenlichtbogen entstehen, welche zum Abschmelzen der Spitzen bei kaltem Einsatz dienen.

Irresberger[14]) beschreibt den Elektrostahlofen von Grönwall-Dixon. Es handelt sich um einen konstruktiv dem Héroult-Ofen ähnlichen Lichtbogenofen, in welchem eine der Anordnung von Rennerfeldt nahestehende Schaltung der Elektroden verwendet wird.

Ferrolegierungen. Die Westdeutschen Thomasphosphatwerke G. m. b. H.[15]) empfehlen für die Herstellung von hochprozentigem Ferromangan aus 10—20proz. Manganschlacken einen el. geheizten Schachtofen.

Bittner[16]) hat eine Wärmebilanz über das Einschmelzen von Ferromangan in einem Nathusiusofen aufgestellt und kommt zu folgendem Ergebnis:

Energie zum Umschmelzen des Ferromangans	42,5%
Schmelzen des Kalks und Schlackenbildung	0,9 »
Transformatorverluste	4,0 »
Elektrische Leitungsverluste	7,0 »
Kühlwasser an den Elektroden	6,0 »
Leitungs- und Strahlungsverluste einschl. Warmhalten .	39,6 »
	100,0%

Bei einem Strompreis von 1,8 Pf. wurden die gesamten Einschmelzkosten für 1 t Ferromangan auf M 18,75 berechnet. Der Abbrand wurde zu 0,385% ermittelt. Die Ersparnis an Ferromangan betrug im Mittel 44,3%.

Elektrolyteisen. Die Herstellung von Elektrolyteisen hat im Berichtsjahre infolge der Verwendung für kriegstechnische Zwecke an Bedeutung gewonnen. — Estelle[17]) ließ sich ein Verfahren zur elektrolytischen Darstellung des Eisens in einem aus Alkalilauge bestehenden Elektrolyt schützen. Die Eisensauerstoffverbindungen werden während der Elektrolyse aufgeschwemmt. Es erfolgt anscheinend direkte Abscheidung des Eisens aus dem Oxyd infolge kataphoretischer Vorgänge. Die Eisensauerstoffverbindungen müssen entweder wasserhaltig sein oder durch vorherige Behandlung mit Ätzalkali bei höherer Temperatur hydratisiert werden. Nach einem weiteren Patent Estelles[18]) versagt bei Eisenoxyden, welche sehr hoher Temperatur ausgesetzt waren, das Hydratisieren nach dem Hauptpatent. Es muß dann mit Karbonat geschmolzen und Natriumferrit gebildet werden. Durch Wasser wird dieses in Eisenhydroxyd und Ätznatron zerlegt, worauf das Verfahren nach dem Hauptpatent durchgeführt werden kann.

Cain, Schramm & Claives[19]) verwenden Elektrolyteisen zur Herstellung von reinem Eisen und Eisenkohlenstofflegierungen. Sie erhitzen das Elektrolyteisen mit Zuckerkohle in Tiegeln aus besonders reiner Magnesia im Vakuumofen.

Es konnte auf diesem Wege eine Reihe von Eisen-Kohlenstofflegierungen hergestellt werden, welche außer diesen beiden Grundstoffen nur 0,04% an Verunreinigungen enthielten.

Sonstige Schwermetalle.

Nußbaum[20]) veröffentlicht mehrere, nicht allgemein bekannte Angaben über elektrolytische Metallfällung, insbesondere über die Theorie der Kristallbildung, Auftreten auffallender Kristallisationserscheinungen, sowie die Einwirkung von Zusätzen, insbesondere von Kolloiden auf die Form des Niederschlags. Richards[21]) bespricht in einem Vortrag vor dem American Institute of Chemical Engineers die Erzeugung der selteneren Metalle (Beryllium, Erdalkalimetalle, Bor, Chrom, Titan, Molybdän, Zirkon, Cer).

Engelhardt[22]) berichtet nach englischen Veröffentlichungen über die Anwendung der el. Öfen in der Metallurgie, mit Ausnahme der des Eisens. Die Veröffentlichung behandelt:

A. Öfen zur Reduktion von Metallen aus ihren Erzen: 1. Elektrolytische Öfen (Al, Na, K, Ca, Mg, Ba, Sr, Ce, Zn)[2]), 2. Elektrothermische Schmelzöfen (Si, Fe Si, Wo, Mo, Va, Cr, Ti, Zn, Cu, Ni, Pb, Sb, Sn, Au, Ag).

B. Öfen zum Erhitzen, Schmelzen, Raffinieren und Destillieren von Metallen. 1. El. Heizöfen, 2. El. Schweißen, Löten und Schneiden. 3. El. Schmelzöfen.

Kupfer. Nach Addicks[23]) kann die Stromausbeute von elektrolytischen Kupferraffinerien bis 60% sinken bei schlechtem Betrieb, im Mittel 85 bis 92% betragen und bei sehr gutem Betrieb 99% erreichen. Die Stromverluste werden im wesentlichen verursacht durch: Verunreinigungen des Kathodenkupfers, Abscheidung von Wasserstoff an den Kathoden, Bildung von Kuproverbindungen, Einfluß von Ferrisalzen. In einer anderen Veröffentlichung[24]) untersucht der gleiche Verfasser die Frage, aus welchen Anteilen sich der gesamte Widerstand einer Raffinationsanlage zusammensetzt und wie diese Anteile durch Verbesserungen an der Apparatur und in der Arbeit herabgesetzt werden können. Endlich beleuchtet Addicks[25]) den Einfluß der Temperatur des Elektrolyts auf die Stromdichte und deren Einfluß auf den Kraftverbrauch, die Anlagekosten, die Lebensdauer der Elektroden, sowie in metallurgischer Beziehung. Als obere Temperaturgrenze werden 66° C angegeben. Die Anlagekosten sind am niedrigsten bei einer Stromdichte von 269 A/m².

Greenwalt[26]) will bei der Elektrolyse von Kupferlösungen mit unlöslichen Anoden (also bei direkter Erzlaugerei) die Elektroden horizontal anordnen, durch ein Diaphragma trennen und mit schwefliger Säure depolarisieren. Als Anodenmaterial dient Blei, dessen Verschleiß durch den Depolarisator weit heruntergedrückt werden soll.

Bei dem Verfahren von Hybinette[27]) zur Trennung des Kupfers von Nickel aus Stein, Nickelkupferblech und anderen Produkten werden die aus nickel- und kupferhaltigem Material bestehenden Anoden in Nickelsulfat elektrolysiert. Das aufgenommene Kupfer wird durch Zementation auf nickelhaltigen Metallplatten ausgeschieden. Zur Zementation werden schwefelhaltige Platten verwendet, welche vorher als Anoden im elektrolytischen Bade dienten.

Zink. In Amerika macht die elektrolytische Zinkherstellung bemerkenswerte Fortschritte. Es sollen derzeit 11 Anlagen im Bau, bzw. im Betrieb sein[28]), worunter 4 Versuchsanlagen, die übrigen 7 sind für eine Tageserzeugung von zusammen 385 t eingerichtet.

In Trail wird z. B.[29]) so gearbeitet, daß die gereinigte, manganhaltige Zinksulfatlösung mit Bleianoden und Aluminiumkathoden elektrolysiert wird. Durch den Mangangehalt der Laugen bildet sich eine Schicht von MnO_2 auf den Bleianoden, welche diese vor Zerstörung schützen soll. Außerdem wird dadurch das Eisen in den Lösungen oxydiert und fällbar. Die Stromausbeute scheint nicht befriedigend zu sein, soll aber infolge der niederen Kraftpreise trotzdem ein wirtschaftliches Arbeiten ermöglichen.

Berglund[30]) hat sich ein Verfahren zur Gewinnung von Zink in einem elektrischen Schmelzofen schützen lassen, dessen Zinkdämpfe in einer zweistufigen Kondensationsvorrichtung verdichtet werden. In der zweiten Stufe wird nur Zinkpulver gebildet, welches, ohne mit Luft in Berührung zu kommen, als solches in den Reduktionsofen zurückgeführt wird. Die zu schmelzende Beschickung wird in die zweite Kondensatorabteilung eingeführt und von dort erst in den Schmelzraum gebracht zu dem Zwecke, die Kondensatorabteilung abzukühlen und die Beschickung vorzuwärmen.

Zinn. Für die elektrolytische Wiedergewinnung von Zinn schlägt Battle[31]) den Zusatz von Phosphorsäure zum Elektrolyt vor.

Härdén[32]) hält bei billiger Kraft das elektrische Schmelzen für wirtschaftlicher als das alte Cornwall-Verfahren. Ob der el. Ofen hingegen mit dem deutschen Flammofenverfahren konkurrieren kann, erscheint ihm zweifelhaft. In Skandinavien soll ein englisches Konsortium eine el. Zinnschmelze errichten.

Leichtmetalle.

Aluminium. Eine Übersicht über den derzeitigen Stand der Aluminiumerzeugung hat Fach[33]) veröffentlicht.

Magnesium. Nach einem Verfahren der Allgemeinen Deutschen Metallwerk G. m. b. H.[34]) sammelt sich das abgeschiedene Magnesium innerhalb einer im Deckel des Gefäßes befindlichen Glocke und wird nach dem Erstarren mit der Glocke aus dem Elektrolyt entfernt. Innerhalb des Deckels der Glocke sind schwalbenschwanzförmige Vertiefungen, die mit Magnesium oder einem anderen Metall ausgefüllt sind, das leichter ist als das Elektrolyt.

Alkalimetalle. Bei der elektrolytischen Darstellung von Alkalimetallen wird ein ähnliches Prinzip wie bei den elektrolytischen Wasserzersetzern nach Garuti in Vorschlag gebracht[35]). Danach werden zwischen Anode und Kathode perforierte Metalldiaphragmen eingesetzt. Die Zellenspannung muß dann natürlich so niedrig bleiben, daß die Metalldiaphragmen nicht als Mittelleiter wirken können.

[1]) O. Frick, DRP 297525, Kl 18a. — [2]) Leffler, ETZ 1917, S 97. — El. Masch.-Bau 1917, S 84. — [3]) Leffler, Stahl u. Eisen 1917, S 1147. — [4]) W. Rodenhauser, Z. Ver. D. Ing. 1917, S 422. — Techn. Mitt. u. Nachr. d. Ver. 1917, S 567. — [5]) Wills & Schuyler, Trans. Am. El. Chem. Soc. 1915, 16. IX. — Stahl u. Eisen 1916, S 1210. — [6]) W. M. Mc Knight, Helios Fachz. 1917, S 19. — [7]) Lorenz, Stahl u. Eisen 1917, S 979. — [8]) Ryan, McKee & Walker, Stahl u. Eisen 1917, S 529. — [9]) Stahl u. Eisen 1917, S 1097. — [10]) ETZ 1917, S 519. — [11]) P. Blackwood, Stahl u. Eisen 1917, S 186. — [12]) H. König, DRP 297411, Kl 18b. — [13]) Maschinen-Bau-Anstalt Humboldt, DRP 298303, Kl 18b. — [14]) C. Irresberger, Stahl u. Eisen 1918, S 90. — [15]) Westdeutsche Thomasphosphat-Werke, G. m. b. H., DRP 296195. — [16]) F. Bittner, Stahl u. Eisen 1917, S 49. — [17]) A. Estelle, DRP 298339, Kl 18b. — [18]) A. Estelle, DRP 299835, Kl 18b. — [19]) Cain, Schramm & Claives, U. S., Bureau of Standards, Scientific Paper Nr 266. — [20]) J. Nußbaum, Z. Öst. Ing. u. Arch. V. 1916, Heft 38. — [21]) J. W. Richards, El. Masch.-Bau 1917, S 38. — [22]) V. Engelhardt, ETZ 1917, S 388. — [23]) L. Addicks, Met. Chem. Eng. 1917, S 22. — [24]) L. Addicks, Met. Chem. Eng. 1916, S 566. — [25]) L. Addicks, Electr. (Ldn.) Bd 70, S 498. — Met Chem. Eng. 1917, S 311. — El. Masch.-Bau 1917, S 306. — [26]) W. E. Greenwalt, ETZ 1917, S 399. — [27]) N. V. Hybinette, DRP 300334, Kl 40c. — [28]) Metall u. Erz 1917, S 342. — [29]) Metall u. Erz 1917, S 161. — [30]) E. S. Berglund, DRP 301959, Kl 40c. — [31]) A. E. Battle, USP 1202149. — [32]) J. Härdén, Teknisk Tidskrift 1916, S 87. — [33]) H. Fach, Z. Öst. Ing. Arch. V. 1917, S 291. — [34]) Allgemeines Deutsches Metallwerk, G. m. b. H., DRP 302024, Kl 40c. — [35]) DRP 297756, Kl 40c.

Herstellung chemischer Verbindungen.

Von Prof. Dr. K. Arndt.

Alkalichloridelektrolyse. Nach dem Vorbilde des Bleichelektrolyseurs von Kellner und von Haas hat A. H. W. Aten[1]) eine leicht zusammenzubauende Zelle eingerichtet. Er setzt in einen langen Zementtrog eine größere Anzahl Kohlenplatten ein, welche abwechselnd oben oder unten Durchflußöffnungen besitzen. Die erste und die letzte Platte sind mit der Stromquelle verbunden, alle anderen wirken als Mittelleiter, also auf ihrer einen Seite als Kathode, auf ihrer anderen Seite als Anode. Das Elektrolyt, Kochsalzlösung, welche zur Verminderung der kathodischen Reduktion mit etwas Chromat versetzt ist, durchfließt langsam die Zelle und tritt aus ihr mit einem Gehalt von 6—8 g wirksamem Chlor auf das Liter aus. Trotzdem diese als Kriegsbehelf gemeinte Anordnung nicht besonders wirtschaftlich arbeitet, lohnt sich ihr Betrieb in Holland dennoch wegen des zurzeit außerordentlich hohen Chlorkalkpreises. — Bei den zur Gewinnung von Chlor und Alkalilauge immer mehr in Aufnahme kommenden Siemens-Billiter-Zellen bildet den Boden des Anodenraumes ein wagerechtes Diaphragma, welches von der gitterförmigen Kathode getragen wird und durch welches die Lauge in den Kathodenraum herabtropft; aus dem Anodenraum wird das Chlor mit kleinem Unterdruck herausgesogen, während aus dem Kathodenraum der Wasserstoff mit mäßigem Überdruck entweicht. Siemens & Halske[2]) setzen nun das Flüssigkeitsventil (DRP 274964), welches den Druck des Wasserstoffes regelt, derart mit dem Anodenraum in Verbindung, daß unabhängig von dem Unterdruck des Chlors der Unterschied zwischen dem Drucke der Badflüssigkeit und dem Gegendrucke des Wasserstoffes, durch welchen die Geschwindigkeit des Abtropfens beeinflußt wird, sich von selbst konstant hält. — Der Erfinder Jean Billiter[3]) verwahrt sich in einer „Notiz über das Siemens-Billiter-Verfahren" gegen die Behauptung seines früheren Mitarbeiters J. Nußbaum, daß schon Kellner 1901 wagerechte Filterdiaphragmen aus einem Gemenge von Schwerspatpulver und Glas- oder Asbestwolle vorgeschlagen habe. In Wirklichkeit seien von Kellner niemals Gemenge von faserigen und pulverigen Massen verwendet worden, sondern nur pulverige Stoffe, wie schon von anderen vor ihm. Anschließend schildert Billiter die geschichtliche Entwicklung der Pulverdiaphragmen und der Billiterzelle.

Erzeugnisse des elektrischen Ofens. Siliziumkarbid, das durch Erhitzen von Quarz mit Kohle im elektrischen Widerstandsofen hergestellt und unter dem Namen Karborundum als Schleifmittel viel gebraucht wird, kann nach der Angabe von North[4]), Kommanditgesellschaft, mit viel günstigerer Ausbeute gewonnen werden, wenn unter Druck erhitzt wird. Bei 5 Atm. unterblieb nach Angabe der Patentschrift die störende Bildung von Graphit, welcher sonst als Zerfallsprodukt des Siliziumkarbids auftritt.

Für die Zukunft der Kalziumkarbidindustrie dürfte die nunmehr in großem Maßstabe aufgenommene Erzeugung von Alkohol, Essigsäure und Azeton aus Azetylen große Bedeutung gewinnen. Dieses alte, von der Bosnischen Elektrizitäts-A.-G. endlich gelöste Problem eröffnet überhaupt für die gesamte Volkswirtschaft neue Bahnen. Es handelt sich hierbei nicht so sehr um Alkohol als Genußmittel, sondern um seine weit wichtigere technische Verwendung als Lösungsmittel usw., ebenso wie die Essigsäure ein von der chemischen Industrie viel benutzter Rohstoff ist und Azeton zur Gewinnung von künstlichem Kautschuk gebraucht wird. An das Azetylen C_2H_2 wird zunächst mit Hilfe von Schwefelsäure und Quecksilber Wasser H_2O angelagert, wodurch Azetaldehyd C_2H_4O entsteht. Dieses gibt mit Wasserstoff H_2 über feinverteiltes Nickel geleitet Alkohol C_2H_6O oder mit Sauerstoff Essigsäure $C_2H_4O_2$. Die Lonzawerke, die Schwestergesellschaft der Elektrobosna, bauen bei Visp im Rhonethal (Wallis) eine große Anlage, welche jährlich 10 Millionen kg Alkohol aus Karbid herstellen und damit den ganzen Bedarf der Schweiz decken soll. Auch

die Shawinigan Falls Power Co. hat in Amerika eine Fabrik erbaut, welche vom Anfang des Jahres 1917 an täglich 10—15 t Azeton erzeugen soll. Ob diese Fabrikation zu Friedenszeiten ausreichenden Gewinn abwerfen wird, läßt sich zurzeit schwer beurteilen.

Stille Entladung. Das Metallspritzverfahren wird von der Chemischen Fabrik Brugg A.-G.[5]) benutzt, um Elektroden für Ozonapparate herzustellen; die aufgespritzte Metallschicht haftet sehr gut auf dem Glase. Durch gleichmäßige Wasserkühlung der Elektroden wird ein Zerspringen verhütet.

Salpetersäure aus der Luft. Die Gewinnung von Salpetersäure aus Luft mit Hilfe des Flammenbogens, das älteste in großem Maßstabe durchgeführte Verfahren, um den Stickstoff der Luft zu verwerten, hat während des Weltkrieges besonderen Wert angesichts des ungeheuren Bedarfes der Munitionsfabriken. Auch in den Vereinigten Staaten, wo die Regierung ihren Bedarf auf 180000 t Salpetersäure gegen 20000 t in Friedenszeiten veranschlagt, hat man sich eingehend mit der Frage beschäftigt, ob man dieses oder andere Verfahren, welche zunächst Ammoniak herstellen und dieses dann zu Salpetersäure oxydieren, wählen soll, weil die Zufuhr von Chilesalpeter den Bedarf bei weitem nicht decken kann. Wegen des verhältnismäßig sehr hohen Bedarfes an el. Energie, der großen Kosten der Anlage und der Schwierigkeit, die gewaltigen Salpetersäuremengen zu Friedenszeiten abzusetzen, empfahl der Sachverständige der Regierung, C. L. Parsons[6]), in seinem amtlichen Berichte das Flammenbogenverfahren trotz seiner unleugbaren Vorzüge nicht zur Ausführung, sondern den Umweg über Ammoniak, wobei er das Zyanidverfahren (Durchleiten von Stickstoff durch ein auf Rotglut erhitztes Gemisch von Soda und Kokspulver) für besonders aussichtsreich hält.

[1]) A. H. W. Aten, Chem Weekbl. Bd 14, S 398. — [2]) S & H, DRP 301831. — [3]) Jean Billiter, Z. Elchemie, 1917, S 325. — [4]) Dr. North, Komm. Ges., DRP 302154. — [5]) Chem. Fabrik Brugg AG., DRP 299248. — [6]) Parsons, Electr. (Ldn.) Bd 81, S 115, 163.

C. Elektrisches Nachrichten- und Signalwesen.

X. Telegraphie.

Telegraphie auf Leitungen. Von Kaiserl. Ober-Telegraphen-Ingenieur Geh. Postrat Theod. Karraß, Berlin. — Telegraphie ohne fortlaufende Leitung. Von Geh. Postrat Prof. Dr. Franz Breisig, Berlin.

Telegraphie auf Leitungen.

Von Geh. Postrat Theod. Karraß.

Allgemeines. Angaben über Einfuhr von Kautschuk und Kupfer aus den überseeischen Gebieten nach Deutschland liegen im Jahre 1917 nicht mehr vor. Kautschuk ist nur als Kriegsbeute in einigen Fällen eingebracht worden, dagegen haben sich für die Kupfergewinnung andere Gebiete erschlossen: Serbien, Mazedonien, Albanien, Montenegro, der Sandschak, Bulgarien und Teile von Rußland[1]). Auch im besetzten Polen werden die Erzlager von Miedziana, Lysa Gora und Olkusz planmäßig zur Kupfergewinnung ausgenutzt[2]). — Der Mangel an den früher verwendeten Rohstoffen drängte immer mehr dazu, Ersatz- und Sparstoffe zu benutzen. Darüber handelt ein Vortrag, den G. Dettmar in Frankfurt (Main) gehalten hat[3]). — Den veränderten Verhältnissen entsprechend sind die Kriegsvorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (JB 1916, S 135) erweitert worden[4]). —

Theorie. Béla Gáti[5]) will die Dämpfung der Seekabel auf neuem Wege herabsetzen. Er geht davon aus, daß zwischen Kabeltelegraphie und -telephonie auf große Entfernungen eigentlich kein grundsätzlicher Unterschied bestehe, da nur die Zahl der elektrischen Impulse bei diesen beiden Betriebsarten verschieden ist. Eine Erhöhung der Telegraphiergeschwindigkeit in Kabeln ist versucht worden durch Impulse wechselnder Richtung von Gott (JB 1912, S 158; 1915, S 156) und Malcolm (JB 1912, S 136; 1915, S 152; 1916, S 136) oder durch empfindliche Relais von Gulstad, Muirhead (JB 1915, S 156) und S. G. Brown (JB 1913, S 158). Mittels Relais läßt sich die Sprechgeschwindigkeit höchstens verdoppeln, was aber nicht genügt. Von A. Maior (JB 1912, S 157; 1914, S 157), Fr. Weinberg und G. O. Squier (JB 1915, S 156) gemachte Vorschläge, hochfrequenten Wechselstrom zum Träger von Fernsprechströmen zu machen, waren praktisch unverwendbar, weil der Wechselstromwiderstand der Kabel zu hoch ist. Er darf, wenn bei einer Sendespannung von 100 V noch ein Strom von 1 mA am Kabelende ankommen soll, höchstens $10^6\ \Omega$ betragen. Diese Grenze wird für die Frequenz von 5000 bei einem gewöhnlichen Kabel schon bei 640 km, bei einem Krarupkabel bei 1525 km erreicht. Gáti will nun Selbstinduktionsspulen, die einem Vorschlage von S. P. Thompson entsprechend berechnet werden, als induktive Nebenschlüsse in gewissen Abständen anschalten. Ein so ausgestattetes Kabel erreicht den Grenzwiderstand von $10^6\ \Omega$, wenn im Abstande von je 100 km eine Spule von $0{,}189 \cdot 10^{-3}\ \Omega$ und $43{,}48 \cdot 10^{-3}$ H angeschaltet wird. Empfangsapparaten, die auf Gleichstrom ansprechen, sind Relais vorzuschalten, welche die Wechselstromimpulse in Gleichstrom umformen. Bei der Telegraphie in Kabeln kommt immer nur eine im voraus gewählte Frequenz

vor, bei der Telephonie dagegen alle Frequenzen der Töne der menschlichen Sprache, die zwischen 100 und 1000 oder noch höher liegen. Man hofft Spulen bauen zu können, welche die Dämpfung für alle Frequenzen auf annähernd gleicher Höhe halten. — H. V. Higgitt[6]) erläutert an Beispielen das Verfahren einer Kapazitätsmessung, durch welche die Lage eines Kabelbruches mit hohem Widerstande in kurzen Unterseekabeln ermittelt werden kann.

Freileitungen. Die französische Verwaltung hat eine neue Anweisung zur Herstellung und Unterhaltung der oberirdischen Linien herausgegeben[7]). Die darin enthaltenen Neuerungen werden im Vergleich zu den früheren Vorschriften besprochen[8]), die im Jahre 1914 von Metron[9]) behandelt worden sind. Den in Deutschland seit langer Zeit bestehenden Vorschriften und geübten Gepflogenheiten gegenüber enthalten die französischen Anweisungen keine bemerkenswerten Eigentümlichkeiten. — Über die Zubereitung der Holzstangen haben die bekannten Fachmänner auf diesem Gebiet, R. Nowotny[10]) und F. Moll[11]) zusammenfassende Rückblicke veröffentlicht, in denen die altbewährten Arten der Imprägnierung von neuem beleuchtet werden. — Während des Krieges können infolge Mangels der erforderlichen Stoffe zur Zubereitung gerade die zuverlässigsten Arten der Holzbehandlung nur in beschränktem Umfange ausgeführt werden. Auch in der Imprägnierungstechnik muß nach Ersatzstoffen Umschau gehalten werden. Mit dieser Frage beschäftigt sich F. Moll[12]). Das Teerölverfahren kann nur noch ausnahmsweise angewendet werden; die Vorräte an Sublimat zum Kyanisieren sind zusammengeschmolzen; auf das Boucherieverfahren kann aus mancherlei Gründen nicht zurückgegriffen werden. Da nun Zinkchlorid in beliebigen Mengen erhältlich ist, empfiehlt es sich, die Zubereitung mit diesem Salz wieder aufzunehmen, wodurch die Gebrauchsdauer der Stangen immerhin verdoppelt wird. Zudem ist das Verfahren an keine Schutzrechte gebunden.

Kabelbau. The Electrician[13]) enthält einen Auszug aus einem Aufsatz in den „Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones“, worin die Maßnahmen aufgezählt sind, die zum Schutze von Kabeln gegen die Gefahren der Elektrolyse dienen.

Apparate. Der Morkrum-Telegraph, dessen Gebe- und Empfangsteile zu einem Stück vereinigt sind, gleicht äußerlich einer Schreibmaschine[14]). Er ist hauptsächlich bestimmt für Leitungen mit einer Belastung von täglich etwa 400 bis 1000 Nachrichten, wird mit Wechselstrom betrieben und kann in Duplexschaltung verwendet werden. Sein Alphabet gleicht dem des Baudotapparates unter Hinzufügung eines besonderen positiven Stromstoßes zum Anfang. Die ankommenden Nachrichten werden in Typendruck seitenweise wiedergegeben, die abgehenden werden von der Sendemaschine zur Kontrolle aufgeschrieben. Bei Duplexbetrieb befördert der Apparat in den 9 Arbeitsstunden eines Tages rund 800 bis 1000 Nachrichten. — A. Korn[15]) ersetzt, um die Empfindlichkeit des Drehspulenrelais zu steigern, den mechanischen Kontakt durch eine Überbrückung mittels Fünkchen von Teslaströmen, wobei nur erforderlich ist, daß die Relaiszunge sich dem andern Kontakt hinreichend nähert, ohne ihn zu berühren. Dann gehen über eine zweite von dem empfindlichen Relais mechanisch ganz unabhängige Funkenstrecke Teslafünkchen über und entzünden dort einen Wechselstrom-Lichtbogen, der sogleich wieder erlischt, wenn die Fünkchen ausbleiben. — O. Srnka[16]) betrachtet im Anschluß an seine früheren Arbeiten (JB 1915, S 154 und 1916, S 138) die elektrischen Vorgänge während der Zeichengebung in Morseleitungen und gibt eine Vereinfachung und Verbesserung seiner Einrichtung. Die Monotelephone sind durch fast widerstands- und induktionsfreie Empfänger ersetzt; besondere Kontrollaparate, ob eine anzurufende Station schon besetzt sei, fallen weg; Mithören ist wahlweise möglich. Der neue Stromlauf einer vollständigen Stationseinrichtung ist abgebildet. — H. Marchand[17]) beschreibt die üblichen Quecksilberdampf-Gleichrichter mit Glasgefäßen für Wechsel- und Drehstromnetze, bespricht ihre Vorzüge andern Gleichrichtern gegenüber und zeigt, wie sie für Telegraphen- und Fernsprecheinrichtungen zweck-

mäßig zu verwenden sind. Die Deutsche Reichs-Post- und Telegraphenverwaltung macht bereits seit vielen Jahren von solchen Quecksilberdampf-Gleichrichtern in weitem Maße Gebrauch.

Betrieb. Versuche in der Kabeltelegraphie, den Schreibempfänger (Recorder) durch einen Tonempfänger in der Form des Fernhörers zu ersetzen, haben in Amerika Erfolge gezeitigt[18]). Der Empfangsstrom wird durch einen Unterbrecher zerhackt und durch Verstärker z. B. ein Audion (JB 1916, S 142) so gekräftigt, daß er im Fernhörer deutlich wahrnehmbar wird. Zum Hörempfange soll weniger als der 30. Teil der zum Schreiben erforderlichen Spannung genügen. — Durch die Verwendung von Wechselströmen (JB 1915, S 156) wird, wie G. O. Squier[19]) ausführt, der Vielfachbetrieb in Kabeln ermöglicht. Zeichnungen erläutern den Stromlauf an beiden Enden eines Kabels für den Dreifachbetrieb. — Versuche an einem 1840 km langen Kabel, ob die in der drahtlosen Telegraphie gebräuchlichen Empfangsapparate auch in der Kabeltelegraphie verwendbar sind, haben L. W. Austin und L. Cohen[20]) durchgeführt. Sie hatten Erfolg mit dem Ticker und dem Audion für niederfrequenten Wechselstrom und für Gleichstrom. — Ein i. J. 1913 in England eingesetzter Ausschuß, der die Methoden der Schnelltelegraphie prüfen sollte, hat seine Arbeiten vollendet. Aus seinem Gutachten[21]) sind einige Punkte immerhin erwähnenswert: Multiplexsysteme sind den automatischen Schnelltelegraphensystemen meistens vorzuziehen; der Wheatstonebetrieb soll allmählich durch den Vielfachbetrieb ersetzt werden; von den Multiplexsystemen wird das „Western Electric" (JB 1916, S 137) in Vierfach- und Zweifach-Schaltung empfohlen; Seiten- oder Spaltendruck ist auf stärker belasteten Leitungen dem Streifendruck vorzuziehen; für druckende Apparate eignet sich das Alphabet mit fünf Einheiten besser als das Morsealphabet; ein Sender in Schreibmaschinenform für den Baudotapparat ist erwünscht. — In einer mit Bildern ausgestatteten Rückschau bespricht J. L. Hogan[22]) die Entwicklung, welche die Fernmeldeeinrichtungen für Telegraphie zu Lande und Übersee in den Vereinigten Staaten von Nordamerika während der Jahre 1916 und 1917 erfahren haben. — A. Korn[23]) gibt eine Übersicht über die in der Bildübermittlung von ihm angewandten Methoden. Diese sind: 1. die Methode der lichtempfindlichen Zellen; 2. die telautographische oder Schwarz- und Weißmethode; 3. die Reliefmethode; 4. die Methode der Zwischenklischees als eine Kombination der lichtempfindlichen Zellen mit der ursprünglichen statistischen Methode (z. vgl. die früheren Jahrgänge des JB). — Dem Betriebe der Bildtelegraphie zwischen Berlin und Bagdad stellt A. Korn günstige Aussichten[24]). Sein Vorschlag, Bildtelegraphenzwischenstationen in Wien, Budapest, Sofia und Konstantinopel einzurichten, wird in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht eingehend erörtert.

Verwaltung. Für das Haupttelegraphenamt in Berlin ist ein neues Gebäude aufgeführt worden, das Giesecke[25]) beschreibt. Einstweilen sind nur die Sonderbetriebe dorthin verlegt worden, die sich aus dem Gefüge des alten Amtes leicht herauslösen ließen. Die technischen Einzelheiten sollen später beschrieben werden. Einen Teil davon, nämlich die Förderanlagen, hat Kasten[26]) bereits behandelt: 1. die Einrichtungen für den Stadtrohrpostbetrieb, 2. die Fördermittel für den inneren Betrieb, und zwar a) die Hausrohrpost, b) die Seilpost und c) die Förderbänder. — Aus dem Jahresbericht des englischen Generalpostmeisters, der bis 31. März 1916 sich erstreckt[27]), sind die Einwirkungen des Krieges augenfällig zu erkennen. Die Anzahl der bezahlten Telegramme ist zwar stark zurückgegangen, gleichwohl ist eine Mehreinnahme erzielt worden, dank einer erheblichen Gebührenerhöhung. Geeignete Beamte zu beschaffen ist schwer. Um statt geübterer Beamten weniger geübte beschäftigen zu können, ist damit fortgefahren worden, den Morseklopfer durch den Fernsprecher zu ersetzen. Ein bereits 1915 bestellter achtfacher Apparat von Murray ist nicht fertig geworden. Apparate von Creed (JB 1912, S 140; 1914, S 154) sind vermehrt worden. Der Baudotapparat wird in 8-, 10- oder 12-facher Schaltung verwendet. Gute Erfolge sind mit dem Western-Electric-Apparat erzielt worden, der den

Systemen von Baudot und Murray stark ähnelt und achtfach arbeitet. — Mit der Prüfung der Gebührensätze, die auf den Telegraphenlinien des Britischen Reiches zu zahlen sind, hat sich eine Kommission befaßt[28]). Sie ist davon ausgegangen, daß die von England abhängigen überseeischen Länder um so größere Zuneigung zueinander und zum Mutterlande hegen müssen, je mehr ihr Verkehr erleichtert wird, und hat gefunden, daß die Gebührensätze auf den Telegraphenverbindungen der Dominien sowie von Kanada, Neufundland und Südafrika zu hoch sind. Sie hält die Nationalisierung des Kabeldienstes für eines der dringendsten Probleme der leitenden Staatsmänner. Die Herabsetzung der Gebühren würde zwar bei den privaten Kabelgesellschaften Widerstand finden, sie würde indessen infolge der weiteren Ausbreitung der drahtlosen Telegraphie erleichtert werden. — In Frankreich ist das Bedürfnis hervorgetreten, ein ernstes Zusammenarbeiten von Wissenschaft, Industrie und Verwaltung herbeizuführen, um den gesteigerten Anforderungen des Telegraphen- und Fernsprechbetriebes gerecht zu werden. Geeignete Fachleute sollen ständig zu gemeinschaftlichen Studien mit den Technikern der Verwaltung über die Einführung von Neuerungen beraten. Es wurde ein Ausschuß eingesetzt[29]), von dem fünf Abteilungen telegraphentechnische Aufgaben bearbeiten, während eine sechste sich mit Postausrüstungsgegenständen zu beschäftigen hat. Die Mitteilungen über seine Arbeiten, Untersuchungen und Erfahrungen sollen in den „Annales des Postes et des Télégraphes" veröffentlicht werden. — Ähnlich sind die Aufgaben des im Jahre 1888 eingerichteten Telegraphen-Versuchsamtes in Berlin, das P. Martell[30]) ausführlich beschreibt. — Erwähnenswert sind noch: der Jahresbericht der Schweizerischen Telegraphenverwaltung für 1916[31]), die Statistik des österreichischen Post- und Telegraphenwesens für 1915[32]), sowie eine das Jahr 1915 betreffende vergleichende Telegraphenstatistik[33]).

[1]) H. Pudor, ETZ 1917, S 152.— [2]) Telegr.- u. Fernsprech-Techn. Jg 6, S 136. — [3]) G. Dettmar, ETZ 1916, S 561; auch zu vgl. El. Masch.-Bau 1917, Anz.S 13. — [4]) Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 6, S 13, 94, 143, 149. — [5]) B. Gáti, El. Masch.-Bau 1917, S 6. — Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 6, S 124. — ETZ 1917, S 349. — [6]) H. V. Higgitt, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 897. — [7]) Instruction sur la construction et l'entretien des lignes aériennes, Paris 1917. — [8]) J. Télégr. 1917, S 189. — [9]) Metron, J. Télégr. 1914, S 26, 49. — [10]) R. Nowotny, Helios Fachz. 1917, S 1. — [11]) F. Moll, ETZ 1917, S 270. — [12]) F. Moll, ETZ 1917, S 365. — [13]) Electr. (Ldn.) Bd 79, S 938. — [14]) Prometheus Jg 29, S 31. — [15]) ETZ 1917, S 84 (nach A. Korn, Zentr.-Ztg. f. Opt. u. Mech. Bd 37, S 288). — [16]) O. Srnka, El. Masch.-Bau 1917, S 621. — [17]) H. Marchand, J. Télégr. 1917, S 253. — ETZ 1917, S 195. — [18]) J. Télégr. 1917, S 35. — ETZ 1917, S 196. — Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 6, S 39. — [19]) G. O. Squier, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 733. — [20]) L. W. Austin und L. Cohen, El. World Bd 69. — Electr. (Ldn.) Bd 78, S 719. — El. Masch.-Bau 1917, S 270. — [21]) Electr. (Ldn.) Bd 78, S 551. — [22]) J. L. Hogan, El. World Bd 69, S 120. — [23]) A. Korn, Dingl. Bd 332, S 313. — [24]) ETZ 1917, S 53 (nach der Wirtschafts-Ztg. d. Zentralmächte 1916, Nr 47, S 3). Zu vgl. Z. Post. Telegr. (Wien) 1917, S 59 und Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 6, S 56. — [25]) Giesecke, Arch. Post. Telegr. 1917, S 401. — [26]) Kasten, Z. Ver. Dtsch. Ing. 1917, S 709, 726, 782. — [27]) Electr. (Ldn.) Bd 78, S 772. — [28]) El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 457. — [29]) ETZ 1917, S 181. — [30]) P. Martell, Z. Post. Telegr. (Wien) 1917, S 77. — El. Masch.-Bau 1917, S 464. — [31]) ETZ 1917, S 428. — [32]) Z. Post. Telegr. (Wien) 1917, S 13. — [33]) J. Télégr. 1917, S 95, 115.

Telegraphie ohne fortlaufende Leitung.

Von Geh. Postrat Dr. F. Breisig.

Aussendung und Ausbreitung der Wellen. Bennett[1]) vergleicht die Eigenschaften hoher und niedriger Antennen, indem er Flächen gleicher Größe in verschiedenen Höhen annimmt. Er zeigt, daß für die Strahlung solcher Gebilde das Produkt aus der Kapazität in die Höhe maßgebend ist. Wenn der Durch-

messer des Schirms gegen die Höhe groß wird, so wird die Vergleichszahl von der Höhe unabhängig. Eine Antenne mit einem Schirm von 165 m Durchmesser in 10 m Höhe könne bei 100 kV Scheitelspannung 80 kW ausstrahlen. Auch für den Empfang werden günstige Eigenschaften der niedrigen Antennen behauptet. Eine Besprechung von A. M. weist darauf hin, daß praktisch durch die Verluste im Erdnetz infolge der erhöhten Stromstärke die Niedrigantennen weniger leistungsfähig sind als die Hochantennen gleicher Oberfläche. — Howe[2]) hat die im JB 1916, S. 143 dargestellte Methode der Kapazitätsberechnung von Antennen für solche Fälle erweitert, in denen diese in der Nähe großer leitender Massen liegen. Die Ergebnisse kommen nach Versuchen der Wirklichkeit auf etwa 4% nahe. — R. Ch. Trench[3]) paßt die Ausbreitungsformel von Austin-Cohen besonderen Betriebsbedingungen an. Er stellt für verschiedene Fälle, z. B. Übertragung über See, über ebenes und hügeliges Land, im Gebirge Kurven für den Ausdruck $h_1 h_2 \sqrt{P}/x$ auf, wo h_1 und h_2 die Höhen der Antennen, P die Senderleistung, x der Abstand sind. Dazu werden Faktoren angegeben, durch welche Umstände wie die Form der Antennen, die Erdung, die Kapazität, Richtwirkung, atmosphärische Einflüsse berücksichtigt werden. Den Schluß bilden sieben durchgerechnete Beispiele.

Ermittelung der Wellenlänge. Die Wellenlängenkarte nach Sörensen[4]) wird so benutzt, daß man durch L und C als rechtwinklige Koordinaten einen Punkt einer Ebene (Millimeterpapier) bestimmt, durch diesen eine Gerade legt, die auf beiden Achsen gleiche Stücke abschneidet und über dieser Geraden einen durch den Anfangspunkt gehenden Halbkreis beschreibt. Der Abstand des festgelegten Punktes von diesem Kreis, gemessen längs einer unter 45° verlaufenden Geraden, ist der Wellenlänge proportional. Für den Gebrauch werden Kreise für gleiche Stufen der Wellenlängenskala eingezeichnet, und für Zwischenwerte wird danach interpoliert.

Hochfrequenzleiter. Baillie[5]) stellt die Formeln für die Gegeninduktivität von Flachspulen gleicher Achse auf und gibt graphische Hilfsmittel zur Berechnung an. — Northrup und Thompson[6]) vergleichen unterteilte und nichtunterteilte Leiter durch Messung der in ihnen bei Strömen gegebener Frequenz und Stärke entwickelten Wärmemengen. Die Ergebnisse zeigen die Bedeutung der Unterteilung, Einzelisolierung und zweckmäßigen Verflechtung der Einzeldrähte. Näheres ist indessen in dem Auszug nicht angegeben.

Schwingungserzeuger. Millener[7]) erzeugt Hochfrequenzschwingungen nach der Lichtbogenmethode in einem Gefäß mit einer rotierenden Kupferelektrode und einer festen Kohlenelektrode. Die Kupferelektrode wird gekühlt, der zur Aufrechterhaltung der Schwingungen erforderliche Wasserstoff innerhalb des Gefäßes durch Elektrolyse erzeugt.

Schwingungsanzeiger. Mc Dowell und Wilk[8]) berichten über Messungen am Silikon-(Karborund-)detektor. Das praktische Ergebnis ist, daß der entstehende gleichgerichtete Strom bis zu einer Periodenzahl von $3 \cdot 10^{-8}$ in 1 s dem Quadrat des Wechselstroms proportional ist. — White[9]) bespricht die Anwendung des Pliotrons zur Erzeugung hochfrequenter Ströme und Spannungen, hauptsächlich zum Zweck der Eichung von gröberen Instrumenten; eine Methode, den verstärkten Strom unter Kompensation des Mittelwerts mit hochempfindlichen Instrumenten zu messen, wird an anderer Stelle[10]) erwähnt.

Gefahren von Hochfrequenzanlagen. Der Aufsatz von Marriott[11]) bespricht die Gefahren von Hochfrequenzanlagen unter folgenden Hauptpunkten: 1. gefährliche Spannungen für das Personal, 2. die Anlage führt schädliche Spannungen anderer Quelle zu (Blitz, Hochspannungsleitungen), 3. Gefährdung der Gebäude durch unmittelbare Entladungen, 4. ebenso durch die im elektromagnetischen Feld der Anlage induzierte Spannungen und Ströme. Die Vorbeugungsmaßregeln werden besprochen. — Als Material sind mathematische Arbeiten von van der Pool[12]) über Wellenlänge und Strahlung von Antennen, die mit Spulen belastet sind, und von Bethenod[13]) über das selbst-

erregende Audion zu erwähnen; ferner eine vergleichende Zusammenstellung von Messungen zahlreicher Schiffantennen verschiedener Größe und Form, von Hart[14]); endlich eine zusammenfassende Darstellung der Entwicklung des Nachrichtenwesens im letzten Jahre, von Hogan[15]).

Messung der Empfangsleistung. Austin[16]) berichtet über Messungen der Stärke der in einer Antenne in Washington aufgenommenen Zeichen von Nauen und Eilvese. Dazu diente der Fernhörer mit Nebenschluß. Als Hörbarkeit (audibility) der Zeichen wird der Quotient $(t + s)/s$ bezeichnet, wo t der wirksame Widerstand des Fernhörers bei der Tonhöhe der Aufnahme (Interferenzempfang) und s der Widerstand des Nebenschlusses ist. Mitgeteilt ist die Stärke des Stroms im Fernhörer in absolutem Maß unter Zurückführung auf den empfangenen Antennenstrom. Jener ist für die verwendete Aufnahmeschaltung (Audion mit Verstärkung durch Rückkopplung) dem Antennenstrom proportional, und zwar war bei $1 \cdot 10^{-7}$ A die Hörbarkeit gleich 25. Die Ergebnisse zeigen starke Schwankungen, zwischen 1 und $80 \cdot 10^{-7}$ A während der Monate Januar bis Juni. Die bekannten Vermutungen über die Ursachen der Schwankungen werden erörtert. Zur Berechnung des Verhältnisses von Empfangsstrom und Sendestrom ist von Sommerfeld eine Formel angegeben worden, der Austin auf Grund von Messungen eine andere gegenübergestellt hat, bei welcher der die räumliche Dämpfung anzeigende Faktor erheblich geringer ist als in jener. Mit dem allgemeinen Mittel innerhalb der sechs Monate stimmt das Ergebnis der Austinschen Formel überein (es beträgt für Nauen 14,4, für Eilvese $21{,}6 \cdot 10^{-7}$ A); die theoretische Formel gibt etwa $^1/_{10}$ dieser Werte, sie gilt also für die Zeiten schwächsten Empfangs.

Luftstörungen. An Funkenstationen in Niederländisch-Indien wurden Beobachtungen über Luftstörungen gemacht, über welche de Groot[17]) berichtet. Er teilt sie nach der Größe in fünf Klassen ein, deren erste die normale Verständigung nicht stört; die folgenden Klassen verlangen, damit die Signale durchdringen, die 2- bis 3fache, 6fache, 25- bis 50fache Stärke der Signale; in der letzten Klasse stehen die schweren Störungen, gegen die nicht anzukommen ist. Aufzeichnungen der Störungen mittels des Heberschreibers beweisen, daß ihre Stromstärke groß gegen die jeweilige der Signale ist, und daß es nur dem musikalischen Ton (Telefunken-Apparate mit 1000 Löschfunken in der Sekunde) zu verdanken ist, daß die Signale durchdringen. Der Art nach werden die Störungen in drei Gruppen geteilt, nämlich laute plötzliche Knackgeräusche, welche von nahen oder fernen Blitzentladungen herrühren, ferner ein dauerndes Zischen, wie wenn Wasser in Röhren fließt, und ein dauerndes Rasseln. Die Störungen der zweiten Art sind ziemlich selten und praktisch nicht sonderlich wichtig, die der ersten lassen gelegentlich ein Wort ausfallen, schädigen aber die Verständigung nicht. Die der dritten Klasse sind dauernd vorhanden und stören am meisten nachmittags und nachts. Nach einem Vorschlage von Dieckmann konnten sie ausgeschieden werden, indem eine Antenne mit einem geerdeten aperiodischen Käfig versehen wurde, der die Signale und die Störungen erster Art durchläßt. Auch durch Differentialschaltungen mit zwei Antennen können sie unschädlich gemacht werden. Der Aufsatz schließt mit Angaben über die zeitliche Veränderlichkeit der Stärke der Störungen während des Tages und Jahres und einer Theorie über ihren Ursprung.

Feste Anlagen. Die schwedische Großstation Karlsborg[18]) soll eine Reichweite von 5000 km haben. Ihre 210 m hohen Masten wiegen angeblich nur je 25 t; sie stehen auf Isolatoren aus feinkörnigem, schwarzem Granit, der mit Paraffin imprägniert ist, und sind an vier Stellen durch Isolatoren unterbrochen. Sie haben elektrisch betriebene Aufzüge. Die Antenne besteht aus 60 Phosphorbronzedrähten von je 450 m Länge, das Gegengewicht aus 1 mm starken Bronzedrähten, welche zwischen isolierten Stahldrähten in 5 m Höhe über dem Erdboden gespannt sind. Die Betriebskraft wird von den Trollhättanfällen geliefert; die Hochfrequenzschwingungen werden nach einer Funkenmethode erzeugt. — Die Großstation in Cavite[19]) auf den Philippinen hat eine Antenne

zwischen freistehenden Türmen, die also keine Abspannseile besitzen. Jeder Turm hat drei auf isolierten Fundamenten ruhende Beine, von denen je zwei auf einer den Antennenfußpunkt umgebenden Kreislinie nach innen stehend auf Druck, der dritte außen auf Zug beansprucht sind. Die Seitenlänge des Dreiecks zwischen den Füßen beträgt etwa 46 m, die Turmhöhe etwa 183 m. Das Dreieck der Turmmittelpunkte hat 305 m Seitenlänge. Die freie Höhe der Antennen beträgt 153 m. — Bei San Diego, Cal.[20]) ist eine neue Marinestation in Betrieb genommen worden. Sie ist wie andere Großstationen in Amerika mit freistehenden Türmen ausgestattet, die 183 m hoch sind und in den Endpunkten eines gleichseitigen Dreiecks stehen. Die Anlage hat eine Leistung von 200 kW und arbeitet nach dem Poulsenschen System. — Die Hochstation Darien am Panamakanal[21]) hat eine Antenne ähnlicher Anordnung, wie diejenige von Cavite, nur sind die Maße etwas geringer. Ihre Türme stehen zwar auch auf Isolatoren, sind aber betriebsmäßig geerdet. Die Schwingungen werden anscheinend durch einen Poulsenschen Lichtbogen erzeugt.

Für den drahtlosen Verkehr zwischen Amerika und Japan hat die Marconi-Gesellschaft[22]) eine große Anlage geschaffen, die außer an den Endpunkten Marshall-Bolinas in Kalifornien und Funabashi auch an einer Zwischenstation auf der Hawai-Insel Oahu (4000 km von Amerika, 7000 km von Japan) je eine doppelte Station enthält. Die Luftleiter sind nach der Beschreibung einseitige Horizontalantennen, welche von zahlreichen, 100 bis 150 m hohen Türmen getragen werden. Die Antennenleistung liegt in der Größenordnung von 300 kW. Die Telegramme werden mit 300 Zeichen/min durch selbsttätige Sender gegeben und dem Anschein nach phonographisch aufgezeichnet und bei geringerer Geschwindigkeit des Phonographen gelesen.

Richtungsweiser. Eine drahtlose Richtungsweiserstation vor dem Hafen von New York[23]) sendet mit gerichteten Sendern Reihen von 62 Punkten aus, deren jeder, von der wahren Nordrichtung beginnend, einen bestimmten Punkt des Kompasses bedeutet. Beim Aufnehmen fallen diejenigen Punktzeichen aus, welche der Richtung von der Sendestelle zum Schiff ungefähr entsprechen.

Bewegliche Anlagen. Für Schiffstationen hat die Marconi-Ges.[24]) einen Sender und Empfänger für $\frac{1}{2}$ kW in einem Schrank von $70 \cdot 45 \cdot 110$ cm^3 hergestellt, an den nur die Antenne und die Stromquelle angeschlossen zu werden brauchen. Er enthält einen Gleichstrom-Wechselstrom-Umformer für 110 V und 300 Per/s, auf dessen Achse eine eingekapselte Scheibenfunkenstrecke angebaut ist, mit Vorsprüngen, so daß sie auf jeden Wechsel einen Funken hervorbringt. Der Wechselstrom wird hochtransformiert, der Erregerkreis ist induktiv mit dem Antennenkreis gekuppelt. — Die De Forest Radio Telephone & Telegraph Co.[25]) beschreibt in einer Anpreisung ihre Flugzeugstationen. Von der Achse der Luftschraube oder einem besonderen Flügelmotor wird ein Gleichstromerzeuger für 1500 V und ein zweiter für 75 W bei 35 V für den Glühfaden des als Schwingungserzeuger verwendeten Audions angetrieben. Dies gibt im Anodenkreis bis zu $\frac{1}{4}$ kW. Die Spannungen werden während des Flugs selbsttätig geregelt. Das Gesamtgewicht von Stromerzeugern, Lampe und Schwingungskreisen soll nur 35 kg sein. Mit zwei Antennendrähten von 75 m Länge, die von den Enden der Schwingen des Flugzeugs herunterhängen und einem vom Eisenkörper des Flugzeugs unabhängigen bronzenen Gegengewicht soll man telegraphisch 160 km, mit Fernsprecher bis 55 km überbrücken können.

Drahtlose Telephonie. Von Fortschritten der drahtlosen Telephonie werden aufgezählt[26]) Übertragungen zwischen New York und Philadelphia (Marconi-Ges.), dem Eiffelturm und Arlington (bei Washington) (Western El. Co.) und Relaiseinrichtungen, welche die Verbindung einer beliebigen Sprechstelle mit dem Sender ermöglichen (Fessenden). Eine Übersicht über die Entwicklung dieser Technik wird von Baumann[27]) gegeben.

[1]) Edw. Bennett, El. World Bd 69, S 95. — Electr. (Ldn.) Bd 79, S 18. — El. Masch.-Bau 1917, S 258. — El. Anz. 1917, S 106. — A. M., ETZ 1918, S 188, 200. — [2]) Howe, ETZ 1917, S 181. — [3]) R. Chenevix Trench, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 102, 147, 181. — G. W. O. Howe, S 234. — [4]) A. S. M. Sörensen, ETZ 1917, S 469. — [5]) P. Baillie, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 974, 1004. — [6]) E. F. Northrup u. R. G. Thompson, El. Kraftbetr. 1917, S 292 (nach Journ. Franklin Inst. Bd 182, Nr 1). — [7]) F. H. Millener, El. Masch.-Bau 1917, S 271 (nach El. World Bd 69, Nr 3). — [8]) L. S. Mc Dowell u. F. G. Wilk, Electr. (Ldn.) Bd 78, S 497. — [9]) W. C. White, El. World Bd 70, S 262. — El. Rev. (Ldn.) Bd 81, S 269. — El. Masch.-Bau 1917, S 85. — [10]) El. World Bd 69, S 1024. — [11]) R. H. Marriott, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 583. — [12]) B. van der Pool, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 891. — [13]) J. Bethenod, Electr. (Ldn.) Bd 80, S 229. — [14]) F. A. Hart, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 388. — [15]) J. L. Hogan, El. World Bd 69, S 120. — [16]) L. W. Austin, Electr. (Ldn.) Bd 78, S 465. — [17]) C. J. de Groot, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 846. — [18]) El. Masch.-Bau 1917, S 618. — [19]) ETZ 1917, S 567. — [20]) El. World Bd 69, S 429. — [21]) ETZ 1917, S 8. — [22]) ETZ 1917, S 538. — [23]) ETZ 1917, S 249. — [24]) ETZ 1917, S 476. — [25]) Electr. (Ldn.) Bd 78, S 479. — ETZ 1917, S 249. — [26]) ETZ 1917, S 196, 498. — [27]) V. J. Baumann, Helios Fachz. 1917, S 169.

XI. Telephonie.

Theorie, Leitungsbau. Von Geh. Postrat Prof. Dr. Franz Breisig, Berlin. — Apparate, Fernsprechbetrieb. Von Telegraphen-Ingenieur Karl Höpfner, Berlin.

Theorie, Leitungsbau.

Von Geh. Postrat Dr. Fr. Breisig.

Leistungsmaß. Schultheiß[1]) kommt zu einer neuen Kennziffer für die Sprechfähigkeit einer Fernsprechverbindung durch folgende Überlegung. Eine homogene Leitung vom Dämpfungsmaß βl, welche am Ende auf einen ihrer Charakteristik gleichen Scheinwiderstand arbeitet, hat den Wirkungsgrad $e^{-2\beta l}$. Für einen beliebig zusammengesetzten Kreis mit einem Dämpfungsmaß über 2 definiert er aus dem Wirkungsgrad η die Zahl $(\beta l)' = \frac{1}{2} \log \text{nat} \frac{1}{\eta}$. In dieser Zahl ist naturgemäß die Wirkung aller Unstetigkeitspunkte im Sprechkreis enthalten. Die elektrischen Eigenschaften verschiedener Leitungen werden auf Grund von Messungen eingeführt, und auf Grundlage dieser Werte für verschiedene zusammengesetzte Kreise die Einzel- und Gesamtwirkungsgrade berechnet. Als Beispiel diene das Ergebnis einer Berechnung, die eine unsymmetrische Leitung betrifft, bestehend aus einer pupinisierten Freileitung vom Dämpfungsmaß 1,3 und einem Einführungskabel vom Dämpfungsmaß 0,45. Das aus dem Gesamtwirkungsgrad berechnete Dämpfungsmaß ergibt sich aus der Zusammenstellung:

Empfänger auf der Seite	OB-Apparate	ZB-Apparate
des Kabels	4,47	5,42
der Freileitung	4,47	3,16

Anpassung von Übertragern. Die Untersuchung von Holm[2]) über die Anpassung von Übertragern für Fernsprechleitungen stellt eine Erweiterung der schon bekannten Lösung dar, indem sie auch die Eisenverluste, Wicklungskapazitäten und die Streuung der Übertrager sowie den Unterschied der Rich-

tungen beachtet. Sie stellt fest, daß die bekannte Lösung außer dem Fall, daß das Verhältnis der Charakteristiken auf beiden Seiten sehr groß ist, hinreichend genaue Werte liefert.

Untere Grenze der Hörbarkeit. Washburn[3]) benutzt zur Feststellung des unteren Grenzwertes für den Strom, den ein zu untersuchendes Telephon noch hörbar wiedergibt, eine Wheastonesche Brückenschaltung, in der das Telephon die eine Diagonale bildet, derart, daß der eine Anschlußpunkt auf einem Schleifdraht verschoben werden kann. Im Auszug sind Meßergebnisse nach dieser Methode nicht mitgeteilt.

Fernsprechkabel. In England ist zwischen Birmingham und Sheffield ein Pupinkabel[4]) von 121 km Länge verlegt worden. Es hat Leiter von 1,68 mm Stärke, sie sind mit Papier unter Luftraumbildung isoliert und zu Doppel-Zwillingsleitungen verseilt. Das Kabel enthält 54 Doppelleitungen. In je 4 km Abstand sind Spulen mit 0,13 H eingeschaltet. Für 1 km Doppelleitung beträgt der Gleichstromwiderstand der fertigen Leitung 16,15 Ω, die Kapazität 0,0405 μF, die Dämpfungskonstante 0,010. Schädliches Nebensprechen wurde in bekannter Weise durch Ausgleich der Kapazitäten der einzelnen Längen aufgehoben.

Störungen durch Bahnströme. Dumermuth[5]) hat die Störungen, welche in den Leitungen der Rhonetalbahn durch die unter Steigung aufwärts fahrenden Züge der Lötschbergbahn hervorgerufen werden, eingehend untersucht. Er kommt zu dem Ergebnis, daß sie zu $^5/_6$ durch elektrodynamische Induktion, zu $^1/_6$ durch die Erdrückströme hervorgerufen werden. Sie wurden praktisch aufgehoben, indem die Erdung statt nach Brieg, dem Endpunkt beider Bahnen, unter Zurückführung auf einer besonderen Leitung nach einer abwärts gelegenen Stelle verlegt wurde. Sobald diese etwas jenseits des Parallelverlaufs lag, fielen die Störungen auf 15% ab, bei wenigen Kilometern weiter sind sie unmerklich.

Es seien noch erwähnt eine die französische Technik erörternde Abhandlung von Viard[6]) über Fernsprechkabel, besonders solche mit erhöhter Induktivität, und ein auf die Verhältnisse der nordamerikanischen Ackerbaugebiete bezüglicher Ausschußbericht[7]) über Störungen von Fernsprechleitungen durch Ströme von Starkstrom-Überlandleitungen.

[1]) L. Schultheiß, Arch. El. Bd 6, S 73. — [2]) R. Holm, Arch. El. Bd 6, S 113. — [3]) E. W. Washburn, El. World Bd 69, S 1024 (Phys. Rev., Mai 1917). — [4]) El. Masch.-Bau 1917, S 222. — [5]) M. Dumermuth, ETZ 1917, S 45. — Schweiz. Bauztg. Bd 69, S 138. — [6]) G. Viard, Electr. (Ldn.) Bd 80, S 17. — [7]) El. World Bd 69, S 899.

Fernsprechbetrieb.

Von Telegrapheningenieur K. Höpfner.

Amtseinrichtungen, Handämter. Piltz[1]) beschreibt den für etwa 28000 Außen- und 22000 Innendoppelleitungen eingerichteten Hauptverteiler des halbselbsttätigen Fernsprechamts in Dresden und die Tätigkeit der Personen, die am Hauptverteiler die weitere Eingrenzung der von der Störungsstelle oder den Mechanikern gemeldeten Außenstörungen und die Schaltarbeiten am Hauptverteiler auszuführen haben. — Kuhn[2]) berichtet über die vorbereitenden Maßnahmen in OB-Fernsprechnetzen bei der Einführung des ZB-Betriebes. — Frentzel[3]) beschreibt eine Prüfeinrichtung für die Verbindungsleitungen eines dreidrähtigen ZB-Fernsprechamts in einem großen Fernsprechnetz. — Kruckow[4]) bringt eine ausführliche Abhandlung über die Grundlagen des Verbindungsleitungsverkehrs in Ortsfernsprechnetzen, und zwar behandelt er bei Handämtern den Anrufbetrieb und den Dienstleitungsbetrieb ohne und mit Wählern, sowie die Eigenarten des Verbindungsleitungsverkehrs in Wählerämtern. — Im El. Anz.[5]) wird untersucht, wie in einem großen ZB-Fernsprechamt die einlaufenden Anrufe auf die bedienenden Beamten verteilt

werden sollten, um die pünktliche Beantwortung der Anrufe sicherzustellen. Hierbei geht der Verfasser ein auf die Bedeutung des Zwischenverteilers, auf die Ausstattung jedes Fernsprechanschlusses mit mehreren Anrufzeichen und Abfrageklinken, auf die Ausrüstung jedes Anschlusses mit einem wählerartigen Anrufverteiler, der für jeden Anschluß eine freie Beamtin aussucht, und kommt zum Ergebnis, daß ein wirtschaftlicher und technisch einwandfreier Betrieb nur möglich ist mit sog. Anrufsuchern, von denen jeder eine Anzahl von Teilnehmern zugewiesen wird, die einlaufenden Anrufe aufgreift und sie an unbeschäftigte Beamte weitergibt.

Lange[6]) berichtet über Messungen an Schrankkabeln, die zur Verbindung der Klinkenstreifen in Fernsprechämtern dienen (vgl. S 50). Die Messungen lassen die Notwendigkeit erkennen, diese mit Baumwolle und Seide, also mit hygroskopischen Stoffen isolierten Kabel mit Wechselstrom in der mittleren Sprechstromfrequenz ($\omega = 5000$) anstatt mit Gleichstrom zu messen. — W. H. Grinsted[7]) berichtet über Erdleitungen in Fernsprechämtern mit ZB-Betrieb; er unterscheidet zwischen Betriebs- und Sicherungserden, die getrennt geführt werden sollten. Während die Sicherungserde dazu dient, die Fernsprechapparate und das Amtssystem gegen den Eintritt von Hochspannung und stärkeren Strömen, in den Maschinenanlagen bei Erdung der Maschinen die Maschinenwärter gegen Beschädigungen zu schützen, dient die Betriebserde dazu, die Stromverteilung im Fernsprechamt zu erleichtern, Mitsprechen zu vermeiden, die Eingrenzung und Beseitigung von Störungen zu vereinfachen, die Besetztprüfung im Vielfachfeld zu verbessern und die Zeichengebung und Stromspeisung vom Amt zur Nebenstelle zu ermöglichen. Im allgemeinen wird der positive Pol der Zentralbatterie geerdet. Grinsted bringt ferner Einzelheiten über die Herstellung solcher Erdleitungen. — Kunat[8]) schlägt besondere Betriebsmaßnahmen vor, um die Klinken von Teilnehmern mit mehreren Anschlußnummern besonders zu kennzeichnen. — Schotte[9]) beginnt eine längere Abhandlung über die Bedeutung der Fernsprechstatistik für den Fernsprechbetrieb. — Im Fernsprechamt in Leipzig (Handamt mit ZB-Betrieb) ist am 9. August infolge Versagens einer Sicherung ein Brand[10]) entstanden, der Teile des Vielfachfeldes zerstört hat. Die dadurch hervorgerufene Betriebsstörung ist in wenigen Tagen behoben worden. — In Görlitz und Kiel[11]) sind neun Fernsprechämter mit ZB-Betrieb eingerichtet worden, beide nach den von der Reichs-Post- und Telegraphenverwaltung genehmigten oder vorgeschriebenen Schaltungen für dreiadrige Ämter der A.-G. Siemens & Halske. Ersteres ist vorläufig mit 2200 Anschlüssen, letzteres mit 6000 Anschlüssen belegt worden. In Görlitz ist außerdem ein Fernamt für 100 Fernleitungen in Betrieb genommen worden. — Piltz[12]) und Ehlers[13]) beschreiben die bei den Fernsprechämtern in Dresden und Hamburg geführten Karteien.

Selbsttätige Einrichtungen. McBerty[14]) behandelt in einem Vortrag vor der Institution of El. Engineers die Einrichtung und Betriebsweise von selbsttätigen Ämtern im Gegensatz zu Handämtern, geht hierbei auf die grundsätzlichen Unterschiede der verschiedenen Systeme ein und hebt die besonderen Vorzüge des mit Elektromotoren angetriebenen Systems der Western El. Co. gegenüber dem mit Schrittwerken arbeitenden Strowger-System hervor. McBerty bringt ferner wissenswerte Einzelheiten über die Unterhaltung und Abnutzung von Motor-Wählerämtern. Aus der Diskussion geht hervor, daß man in England etwa 10 Wählerämter eingerichtet hat, und daß in dem nächsten oder übernächsten Jahr ausreichende Erfahrungen vorliegen werden, um die verschiedenen Systeme miteinander vergleichen zu können. Ferner wird auf ein selbsttätiges, mit Relais arbeitendes Fernsprechamt hingewiesen, das den Wählerämtern in manchen Beziehungen überlegen sein soll. Ein solches, für 1000 Anschlüsse eingerichtetes Amt soll in Stockholm im Versuchsbetriebe sein. — Reynaud-Bonin[15]) beschreibt ausführlich das halbselbsttätige Fernsprechamt in Angers (Bauart Western Electric Co.) — Kruckow[16]) weist im Anschluß an Ausführungen in den Jahresberichten der Amer. Telephone and Telegraph Co. auf die im

Fernsprechbetrieb durch Fehlverbindungen nutzlos geleistete Arbeit hin. Bei einem Wähleramt ist mit Hilfe von Zählern ermittelt worden, daß 14% der Verbindungsarbeit nutzlos gewesen ist. — In Minneapolis[17]) ist das Fernsprechnetz mit insgesamt 27000 Leitungen zum Selbstanschlußbetrieb umgeschaltet worden. Die technische Einrichtung ist von der Automatic El. C. geliefert worden. — Hans von Hellrigl[18]) weist auf den Einfluß hin, den die Entwicklung des selbsttätigen Vermittlungsbetriebes auf die Gebührengestaltung im Ortsverkehr gewinnt.

Fernverkehr. Die schnelle Zunahme der Fernsprechleitungen von Stadt zu Stadt, der sogenannten Fernleitungen, und das damit zusammenhängende Wachsen der Fernämter zwingt zu Maßnahmen zur Vereinfachung des Betriebes und der technischen Einrichtung der Fernämter. Über solche Maßnahmen berichtet Kruckow[19]), der die Untersuchungen von Arntzenius im Maanblad voor Telefonie en Telegrafie Bd 4 S 6 auszugsweise wiedergibt. Arntzenius schlägt darin vor, die Mängel des Fernverkehrs, bei dem an einer Verbindung bis zu 6 Beamtinnen mitwirken, durch besondere Betriebsmaßnahmen, wie Herabsetzen der Fehlverbindungen durch Einwirken auf die Teilnehmer, Verwendung nur bestausgebildeter Beamtinnen, ferner durch Vereinfachung des Betriebes und durch technische Mittel (Zwangsschaltungen) möglichst einzuschränken. Letztere bestehen im wesentlichen darin, daß die Beamtin des einen Fernamts unter Ausschaltung der Beamtin des Gegen-Fernamts über eine Dienstleitung unmittelbar Verbindung erhält mit einer B-Beamtin des Ortsamts, wobei die Fernleitung als Dienstleitung mitbenutzt wird. Kruckow berichtet im Anschluß hieran über die im Bereiche der Reichs-Post- und Telegraphenverwaltung getroffenen Maßnahmen, durch die der Fernverkehr einfacher und billiger gestaltet werden kann. Bei kleinen Ortsämtern werden Fernsysteme in Plätze der Vielfachumschalter eingebaut. Ferner werden nur in einer Richtung betriebene Fernleitungen an besonderen Ortsamtsplätzen nach Art der B-Plätze auf Stöpselschnüre geschaltet (Einschnurbetrieb). Endlich sind Versuche in Netzen mit sehr regem Nah- oder Bezirksverkehr im Gange, die Fernverbindungen im Nahverkehr unmittelbar nach ihrer Anmeldung ausführen zu lassen. C. R. H. Arntzenius[20]) beschreibt die bei den Fernämtern in Amsterdam und Rotterdam benutzten Rohrpostanlagen für die Beförderung von Gesprächsanmeldezetteln von einer zentralen Verteilungsstelle nach den Arbeitsplätzen und umgekehrt (Zettelrohrposten). Er weist an Hand von Betriebserfahrungen nach, daß die Zettelrohrpost gegenüber der Handverteilung bei den Ämtern s'Gravenhage und Utrecht den Vorzug verdient. — Baumgartner[21]) teilt im Anschluß an seine Ausführungen über den Doppelsprechbetrieb in Bayern (JB 1915, S 166) mit, daß es gelungen ist, zwischen München und Ingolstadt (81 km) eine 4 mm starke Bronzedoppelleitung ohne Pupinspulen mit einer 2 mm starken Pupindoppelleitung über Ringübertrager zu einer Viererleitung zu vereinigen. — John L. Hogan[22]) berichtet, daß die Kathodenröhrenverstärker im amerikanischen Fernsprechbetriebe zunehmende Verwendung finden. Zwischen Paris und Marseille sind Versuche mit einem Kathodenröhren-Zwischenverstärker[23]) angestellt worden, der in Lyon eingeschaltet wurde. Die Versuche sollen gute Ergebnisse geliefert haben. Das Jahrbuch für drahtlose Telegraphie und Telephonie widmet 2 Hefte der Entwicklung der Gasverstärker; sie enthalten theoretische Erörterungen über den Bau und die Wirkungsweise dieser Röhren und zahlreiche Patente auf diesem Gebiet. Diese Literatur ist auch für den Fernleitungstechniker beachtenswert. — Fischer[24]) schlägt vor, die Eingrenzung von Störungen in Fernleitungen mehr als bisher durch vereinfachte Fehlerortsbestimmungen zu bewerkstelligen.

Apparattechnik. Tobler[25]) beschreibt einen Wählerapparat der Western El. Co., der dazu dient, aus einer Anzahl von Sprechstellen, die an eine Fernsprechleitung angeschlossen sind, eine bestimmte Stelle anzurufen. Der Apparat wird in der Schweiz in einer Leitung zwischen Andermatt und dem Furkapaß mit Erfolg verwendet. — Ragnar Holm[26]) bringt eine theoretische Abhandlung

über Berechnung von Fernsprechübertragern, die Leitungsgebilde verschiedener Charakteristik miteinander verbinden sollen. — Ahrens[27]) beschreibt Mikrophone, die in allen Lagen gleich wirksam sind und somit die Mängel der Mikrophone vermeiden, in denen bei wagerechter Lage der Membran jeder Kontakt fehlt. Ahrens erreicht dies durch eine besondere Gestaltung der einen Elektrode. — In der ETZ[28]) werden neue Apparatformen für Sprechstellen in Zentralbatterienetzen, und zwar amerikanische und deutsche beschrieben. Während man in Amerika bisher die Handapparatform (Hörer und Mikrophon an einem Handgriff) vermieden hat, ist man neuerdings, auch bei der Western El. Co. zu dieser Apparatform übergegangen. Bei den neuen deutschen Apparatformen, die hauptsächlich für den Selbstanschlußbetrieb bestimmt sind, ist auf gedrungene Bauart, leichte Herstellbarkeit und Übersichtlichkeit des inneren Zusammenbaus besonderer Wert gelegt worden. — Im El. Anz.[29]) wird eine von Siemens & Halske angegebene Sicherungseinrichtung für Fernsprechanlagen beschrieben, bei der den Funkenstrecken induktionsfreie Widerstände vorgeschaltet werden. Diesen Widerständen sind Schaltelektromagnete parallel geschaltet, die beim Durchgang größerer Leistungen durch die Funkenstrecken diese kurzschließen. — Shelton[30]) berichtet über Einrichtungen zum Schutz von Fernsprechleitungen in Starkstromverteilungsnetzen. — Olivier[31]) und Gollmer[32]) berichten über Verfahren zur Auffrischung von Trockenelementen und der Kohlenpolstücke von Beutelelementen.

Umfang des Fernsprechverkehrs. Der englische Generalpostmeister berichtet[33]) über die Entwicklung des Fernsprechbetriebs in England in den Jahren 1915 und 1916, die sehr unter dem Kriege gelitten hat. In England ist eine Kriegsgebühr für das Fernsprechwesen eingeführt worden. Der selbsttätige Betrieb hat sich weiter entwickelt, neue Ämter mit diesem Betrieb sind eingerichtet worden im General Post Office, Accrington, Chepstow, Darlington, Epsom, Hereford, Newport; die Fertigstellung der Ämter in Leeds, Grimsby, Stockport hat sich verzögert. Der Bau des Amts in Portsmouth wird beschleunigt. Aus Anlaß des Krieges ist man mit der Einführung des Nachtdienstes trotz des Beamtenmangels in weitem Maße vorgegangen. — W. H. Gunston[34]) bringt einen Überblick über die Entwicklung des Fernsprechers in der Welt seit Kriegsbeginn. 1913 gab es 13½ Millionen Sprechstellen, 1914 14½ Millionen, 1917 werden es nahezu 17 Millionen sein. — Hans von Hellrigl[35]) berichtet über die Entwicklung des Staatstelephonbetriebs in Österreich. Das von einer schwedisch-dänisch-russischen Fernsprechgesellschaft betriebene Moskauer Fernsprechnetz[36]) soll demnächst für einen Verkaufspreis von 23 Mill. Rubel in staatlichen Besitz übergehen. Das Petersburger Netz ist bereits 1916 in den staatlichen Besitz übergegangen.

Oskar Grosse[37]) berichtet in einer Abhandlung „40 Jahre Fernsprecher, Stephan-Siemens-Rathenau“ über die nunmehr 40jährige Entwicklung des Fernsprechers in Deutschland und geht dabei auf die Verdienste der genannten drei Männer ein.

[1]) Piltz, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 5, S 177. — [2]) Kuhn, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 6, S 81. — [3]) Frentzel, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 6, S 52. — [4]) Kruckow, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 6, S 9. — [5]) El. Anz. 1917, S 626, 653, 672. — [6]) F. Lange, ETZ 1917, S 441. — [7]) W. H. Grinsted, Electr. (Ldn.) Bd 77, S 672. — ETZ 1917, S 609. — 8) Kunat, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg. 6, S 145. — [9]) Schotte, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 6, S 169. — [10]) ETZ 1917, S 450. — [11]) ETZ 1917, S 389. — [12]) Piltz, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 6, S 106. — [13]) Ehlers, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 6, S 49. — [14]) Mc Berty, El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 398, 454. — Electr. (Ldn.) Bd 78, S 745; Bd 79, S 12, 62, 194. — [15]) Reynaud-Bonin, J. Télégr. 1917, S 5. — [16]) Kruckow, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 6, S 69. — [17]) Telephony Bd 71, S 38. — [18]) H. v. Hellrigl, El. Masch.-Bau 1917, Anh. S 261. — [19]) Kruckow, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 6, S 121. — [20]) C. R. H. Arntzenius, ETZ 1917, S 236. — [21]) Baumgartner, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 5, S 190. — [22]) J. L. Hogan, El. World Bd 69, S 120. — [23]) J. Télégr. 1917, S 187. — [24]) R. Fischer, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 6, S 153. — [25]) Tob-

ler, J. Télégr. 1917, S 109. — [26]) Ragnar Holm, Arch. El. Bd 6, S 113. — [27]) Ahrens, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 6, S 3. — [28]) ETZ 1917, S 301. — [29]) El. Anz. 1917, S 70. — [30]) E. K. Shelton, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 349. — [31]) Olivier, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 6, S 97. — [32]) Gollmer, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 6, S 118. — [33]) Electr. (Ldn.) Bd 78, S 772. — [34]) W. H. Gunston, Electr. (Ldn.) Bd 80, S 91. — [35]) H. v. Hellrigl, El. Masch.-Bau 1917, S 45. — [36]) ETZ 1917, S 153. — [37]) Oskar Grosse, 40 Jahre Fernsprecher, Berlin, Jul. Springer, 1917.

XII. Elektrisches Signalwesen, elektrische Meß- und Registrierapparate und Uhren.

Eisenbahnsignalwesen und Zugdienst. Von Regierungs- und Baurat Roudolf, Berlin. — Schiffahrts-, Sicherheits- und Betriebssignale; Anzeige- und Meßapparate für nicht elektrische Größen. Von Geh. Oberpostrat Prof. Dr. K. Strecker, Berlin.

Eisenbahnsignalwesen und Zugdienst.

Von Regierungs- und Baurat Roudolf.

Das vierte Kriegsjahr hat, wenngleich auch die Fortentwicklung der Eisenbahnsignaleinrichtungen bei den kriegführenden Staaten nicht unbeträchtlich behindert wurde, einige beachtenswerte Neuerungen gezeitigt. Auch eine Reihe wichtiger Erfahrungen sind im Kriege bei der Schaffung neuer und dem Ausbau vorhandener Einrichtungen gesammelt worden, die jedoch erst später veröffentlicht werden können.

Weichensignale für Kreuzungsweichen[1]). Die in den Vorjahren ausgeprobten und bei den preußisch-hessischen Staatsbahnen eingeführten Signale für doppelte Kreuzungsweichen (vgl. JB 1916, S 150) sind dahin ergänzt worden, daß sie auch für einfache Kreuzungsweichen verwendet werden können.

Ablaufsignal. Das seit mehreren Jahren erprobte Ablaufsignal von Roudolf[2]) (vgl. JB 1916, S 150) ist nunmehr zur allgemeinen Verwendung bei den preußisch-hessischen Staatsbahnen zugelassen. Für Ablaufberge mit mehreren Ablaufgleisen und einander sich kreuzenden Weichenstraßen werden die Ablaufsignale mit elektrischem Antrieb oder bei örtlich bedienten Ablaufsignalen mit Flügelkupplungen ausgerüstet, damit der Wärter des Rangierstellwerks ein Ablaufsignal jederzeit auf „Halt" stellen kann.

Vorsignal. Für das Doppellicht-Vorsignal[3]) der deutschen Eisenbahnen wird zur unterschiedlichen Kennzeichnung der Stellungen des Hauptsignals „gerade Durchfahrt" oder „Ablenkung vom durchgehenden Hauptgleis", einer seit Jahren von den meisten Eisenbahnverwaltungen erstrebten und geforderten Ergänzung, u. a. vorgeschlagen, die Vorsignale mit zwei el. Lampenreihen an der Vorsignalscheibe oder an der Merktafel des Vorsignals derart auszurüsten, daß eine senkrechte Lampenreihe als Kennzeichnung des Signals „Fahrt frei" für das durchgehende Gleis und eine schräg von links nach rechts ansteigende Lampenreihe als Kennzeichnung für „Fahrt frei" für ein abzweigendes Gleis oder für ein anderes abzweigendes Gleis eingeschaltet wird.

Zu demselben Ergebnis kommt Roudolf mit dem seinem Ablaufsignal ähnlichen Vorsignal, das mehrere Jahre vor dem Krieg bereits auf dem Verschiebebahnhof Tempelhof aufgestellt und mit gutem Erfolg ausgeprobt ist. Auf die einfachste Art wird das 3. Zeichen am Vorsignal gegeben durch ein Parabolsignal mit einer im Brennpunkt der Parabel stehenden Außenlampe. Zur Unterscheidung vom Hauptsignal, das ebenfalls einen Paraboldoppelflügel mit Außenbeleuchtung aufweist, trägt das Vorsignal noch ein Paraboloid in der Mitte. Mit diesem Signal können 3 Zeichen ohne Anwendung von farbigen Blenden gegeben

werden, und zwar bedeutet die wagrechte Lage die Warnstellung, die Stellung unter 45° „Fahrt frei“ für ein abzweigendes Gleis, also vorsichtige Fahrt, und die senkrechte Stellung „Freiweg“ die Fahrt für das gerade Gleis. Die farbigen Blenden fallen weg. Dieselben Flächen, die man am Tag als Signalzeichen sieht, sieht man auch in der Nacht. Deutlich treten die durch Starklicht hell beleuchteten Flächen im Gegensatz zu den übrigen Lichtpunkten des Bahnhofs hervor. Die Beleuchtung des Signals ist elektrisch oder erfolgt durch Azetylen, das aus Stahlflaschen, die am Fuße des Signals aufgestellt sind, sich entwickelt.

Einzelsicherungen für Weichen. Das in den Vorjahren eingeführte Weichenhandschloß zum Festlegen der abliegenden Zunge einer Handweiche oder einer vom mechanischen oder elektrischen Stellwerk abgebundenen Weiche ist unter der Bezeichnung „Schubriegelschloß“ weiteren Verbesserungen unterzogen und für 24 verschiedene Schlüsselformen eingerichtet worden. Durch Einführung eines Zungenrückeisens, das der Wärter beim Anlegen des Handschlosses an Federweichen mitnehmen muß, ist ein müheloses Abdrücken der abliegenden Zunge auf 140 mm von der Backenschiene, ein sicheres Einschieben des Schubriegels und ein ordnungsmäßiger Verschluß im Weichenhandschloß erreicht. Die mit der Rohdeschen Sperrzwinge[5]) gesammelten Erfahrungen führten zu weiteren Versuchen mit einer sog. Zungensperre[6]), welche als Ersatz für die früher benutzten, verschieden ausgebildeten Schraubzwingen bei allen vorkommenden Weichenarten verwendet und zum Festlegen der anliegenden und der abliegenden Zunge benutzt werden kann.

Elektrischer Weichenantrieb von Jüdel[7]). Der frühere Antrieb ist durch besondere Sperren zur Sicherung der beiden Endlagen ergänzt worden. Diese im Antrieb angeordneten Sperren werden beim Stellen durch die antreibende Kraft des Getriebes, beim Auffahren durch das Fahrzeug aufgehoben. Der Sperrwiderstand ist einregelbar und so groß gemacht, wie ihn die Kraft beim Auffahren zuläßt. Für die Stellbewegung ist eine besondere Aushebevorrichtung angeordnet, die im Leerlauf liegt. Die Weichenzungen werden mithin erst nach Ausheben der erwähnten Sperre bewegt.

El. Weichensignal-Beleuchtung[8]) ist im Bezirk der Kgl. Eisenbahndirektion Berlin bei über 1500 Weichen, d. i. etwa dem 5. Teil der Gesamtzahl von Stellwerkzeichen durchgeführt. Die Weichen werden nach dem betrieblichen Bedürfnis zu Gruppen zusammengefaßt und an je einen Schalter für eine Weichengruppe angeschlossen. An Stelle der Kupferkabel sind vielfach Zinkkabel mit befriedigendem Ergebnis verwendet worden. Es wird nachgewiesen, daß unter Zugrundelegung der früheren Kabelpreise und der früheren Einbaukosten diese Beleuchtungsart nur 31—38% der Petroleumbeleuchtung kostet.

El. Lichtsignale an Stelle von Flügelsignalen wurden mit gutem Erfolg im Hauensteintunnel[9]), wo Flügelsignale und Vorsignalscheiben aus Raummangel und Lichtsignale mit beweglichen Blenden aus technischen und wirtschaftlichen Gründen vermieden werden mußten, angewandt.

El. Rückmelder für fernbediente Tunnelsignale[12]), die dem am Tunnelmund befindlichen Stellwerkwärter die Stellungen sämtlicher Haupt- und Vorsignale anzeigen und mittels besonderer Weckeranlage das etwaige Erlöschen einer Signallampe im Stellwerk anzeigen, sind im Hauensteintunnel mit gutem Erfolg angewandt worden.

El. Lichtsignale für Straßenbahnweichen an Abzweigstellen sind bei den städtischen Straßenbahnen in München[13]) ausgeprobt und in verbesserter Form weiter eingeführt worden. Die 65 Weichen der Gleisabzweigungen werden el. gesteuert und außerdem deren Stellung dem Fahrer bei Dunkelheit durch el. Signale angezeigt. Diese Signale bestehen aus zwei lichtdicht getrennten Kammern mit je 6 Glühlampen zur Beleuchtung eines Pfeilausschnittes und sind an einem nahen Leitungsmast, Bogenlampenständer oder an einer Hauswand angebracht. Die Anschaltung der Lichtsignale erfolgt durch Oberleitungskontakte und durch 2 von den Weichenantrieben gesteuerte Kontakte.

Blockeinrichtungen. Ein neuer Schienenstromschließer[12]) an Stelle des bisher gebräuchlichen Quecksilber-Schienenstromschließers ist in den Bezirken der Kgl. Eisenbahndirektion Bromberg, Halle und Stettin eingeführt worden. Bei diesem Stromschließer wird die Durchbiegung der Fahrschiene durch überrollende Achsen auf Hebel übertragen und deren Ausschlag zum Schließen von Kontakten ausgenutzt. — Für das Bedienen von Blockwerken durch Kriegsbeschädigte[13]) sind Einrichtungen geschaffen, bei denen das Drücken der Blocktasten mit dem Fuß bewirkt werden kann. — El. Achsenzähler als Zusatzeinrichtung zur Streckenblockung und zur Mitwirkung als Zugschlußmelder bei Ausfahr- und Blocksignalen sind im Hauensteintunnel zwischen den Stationen Tannenwald und Tocknau eingebaut[14]). Der mit dem Blockfeld in Verbindung stehende Achsenzähler meldet dem Stellwerkwärter den Zugschluß bei Ausfahrt eines Zuges, bei Durchfahrt an einem Blocksignal und bei Einfahrt in den nächsten Bahnhof. Sobald die Zahl der ausgefahrenen Achsen mit der an einem Blocksignal oder am Einfahrtsignal des nächsten Bahnhofes vorbeigefahrenen Achsen übereinstimmt, löst der Achsenzähler eine Blocksperre aus, die ein weiteres Ablassen eines Zuges so lange verhindert hat.

Schwachstrom-Sammleranlagen für große Bahnhöfe sind in weiterem Umfange eingeführt worden. Auf dem Bahnhof Mainz-Kastel[15]) ist eine derartige Anlage in Betrieb genommen, welche die gesamten Schwachstrom-Sicherungseinrichtungen sowohl dieses Bahnhofes, als auch der nahe gelegenen kleineren Bahnhöfe, Blockstellen und Blockstellen mit Abzweigung speist. Es hat sich auch hier gezeigt, daß derartige Anlagen trotz der einmaligen höheren Ausgaben bedeutend wirtschaftlicher sind als auswechselbare Einzelzellen oder Elemente.

Selbsttätige Signalanlagen mußten auf den New Yorker Hochbahnlinien[16]) eingebaut werden. Bisher waren dort nur die Untergrundstrecken mit selbsttätigen Signalen ausgerüstet und folgten auf den Hochbahnstrecken die Züge einander ohne jegliche Deckung durch Signale und in willkürlichem, durch den Fahrplan bedingtem Zeitabstand. Nach einem folgenschweren Zusammenstoß auf der Hochbahn sah man ein, daß die Anordnung von Signalen zur Aufrechterhaltung der Betriebssicherheit unerläßlich ist.

Selbsttätige el. Geschwindigkeitsregelung soll in Sydney (Australien)[17]) erprobt werden. Auf der dort im Bau befindlichen Stadtschnellbahn ist eine Zugdichte bis zu 160 Zügen/Std. beabsichtigt. Da selbst die Anordnung von selbsttätigen Signalen in dem zulässigen Mindestabstand eine derartige Zugdichte nicht bewältigen kann, will man eine Einrichtung schaffen, die mittels Kontaktschienen eine selbsttätige Regelung der Zuggeschwindigkeit und die Innehaltung eines bestimmten Abstandes der Züge bewirkt. Die Haltestellen erhalten zur Ermöglichung eines Zugaufenthalts von 40 s für jede Fahrrichtung zwei Gleise.

Die el. Signalstellung der selbsttätigen Signalanlage der Berliner Hochbahn hat vor den verschiedenen Bauarten des Auslandes Vorzüge, wie Kemmann[18]) nachweist.

Die selbsttätige Signalanlage der Berliner Hochbahngesellschaft[19]), die Schaltarten der kurzen und längeren Blockstrecken, die Anordnung und Wirkungsweise der Gleis- und Streckenblock-Stromumformer, der Blockschalter, der Trennstöße, der Signalantriebe auf den Hochbahnstrecken und der Lichtsignale auf den Untergrundstrecken werden erläutert von Bothe[19]).

Verkehr mit dem fahrenden Zug. Die günstigen Ergebnisse, welche die Berliner Hochbahngesellschaft mit den in den Vorjahren erprobten Gefahrsignalen[20]) erzielte (vgl. JB 1916, S 151), führten zu deren allgemeiner Einführung. Kemmann und Bothe haben eine Schaltung eingeführt, bei der die Gefahrsignale an die selbsttätigen und halbselbsttätigen Bahnsteigblockstrecken angeschlossen sind. Hierdurch wird die gegenseitige Abhängigkeit zwischen den Einfahr- und den Gefahrsignalen erreicht.

El. Überwachungseinrichtung für Haupt- und Vorsignale. Auf den Schweiz. Bundesbahnen stellte Gutzwiller[21]) Versuche mit einer Signalbeobachtungs-

Einrichtung an. Ein auf der Lokomotive aufgestellter Geschwindigkeitsmesser bewegt einen Papierstreifen, auf dem die Zuggeschwindigkeiten und die Halte vor den Signalen und auf den Stationen fortlaufend aufgezeichnet werden. Dieser Geschwindigkeitsmesser ist mit zwei Elektromagneten, einem für den Lokomotivführer und einem für den Heizer versehen, deren Anker eine Nadel zum Lochen des Papierstreifens betätigen. Die Elektromagnete werden durch Drücken von Tasten, deren eine auf der Führer-, die andere auf der Heizerseite angebracht ist, unter Strom gesetzt. Bei Insichtkommen eines Vorsignals weist der Lokomotivbedienstete, der es zuerst sieht, den anderen auf die „Frei-“ oder „Warnstellung“ durch Zuruf oder Handzeichen hin. Der Heizer hat darauf seine Taste zu betätigen, und zwar einmal bei „Frei-“ und dreimal bei „Warnstellung“ des Vorsignals, wodurch entsprechende Lochungen auf dem Papierstreifen vermerkt werden. Bei Insichtkommen eines Hauptsignals hat der Führer in gleicher Weise die auf seiner Seite befindliche Taste zu bedienen. Bei Durchsicht des Papierstreifens kann jede Nichtbeachtung eines Signals ermittelt werden.

Prüflaboratorium für Berufseignung[22]). Die in den letzten Jahren bis zu einem gewissen Abschluß gebrachte Entwicklung der mechanischen und elektrischen Sicherheitseinrichtungen hat die sächsische Staatsbahnverwaltung zu besonderen Maßnahmen für die Auswahl der Anwärter des Eisenbahndienstes veranlaßt. Von der Erkenntnis ausgehend, daß für solche Personen, denen die Handhabung sicherheitlich belangreicher Dienstzweige anvertraut wird, wie Lokomotivführer und Fahrdienstleiter, nicht nur eine geeignete Berufsvorbildung, sondern auch persönliche Grundeigenschaften, wie rasches und richtiges Erfassen äußerer Vorgänge, Entschlußfähigkeit, Ruhe, Festigkeit des Nervensystems u. a. in Frage kommen, ist in der Generaldirektion der sächs. Staatsbahnen ein „Prüfungslaboratorium für Berufseignung“ eingerichtet worden. Die Versuchseinrichtungen hierfür lehnen sich zunächst an bereits erprobte Verfahren an, die den besonderen Verhältnissen des Eisenbahndienstes angepaßt sind.

El. Gleismelder. Eine auf dem Bahnhof Nordhausen hergestellte el. Gleismelderanlage[23]) wird beschrieben, bei der nach Art der Lichtreklame Gleisnummern und andere für den Verschiebedienst erforderliche Bezeichnungen, wie z. B. Beginn und Beendigung des Abdrückens und anderes den Außenweichenstellern und Hemmschuhlagern weithin sichtbar angezeigt wird.

El. Antrieb an Vorsignalen mechanisch gestellter Hauptsignale. Bei 1000 m und weiter vom Stellwerk entfernten Vorsignalen kommt es bei mechanischen Stellwerken häufig vor, daß die Vorsignalscheibe den Bewegungen des Stellhebels nicht ganz folgt, also ein zweifelhaftes Signalbild entsteht. Man hat daher in neuerer Zeit weitabliegende Vorsignale mit el. Kraftantrieben ausgerüstet. Zwei Ausführungsarten wurden ausgeprobt. Bei der el. Ausführung ist der übliche Signalmotor mit Kuppelmagneten und zwei Stromkreisen, einem Überwachungs- und einem Stellstromkreis, verwendet, bei der anderen Bauart benutzt man einen Ölantrieb. Bei letzterem wird der Überwachungsstromkreis erspart, denn der Vorsignalmotor läuft während der ganzen Dauer der Fahrstellung des Hauptsignals und betätigt eine Ölpumpe, deren Kolben die Vorsignalscheibe so lange in wagerechter Lage hält als der Motor läuft.

El. Flügelkuppelungen für mechanisch betriebene Signale[24]). Die in neuerer Zeit eingeführte Flügelkuppelung der AEG mit feststehendem Elektromagneten hat sich als eine wesentliche Verbesserung der bisherigen Bauweisen herausgestellt und gut bewährt.

Zehn Jahre Fahrdienstvorschriften[25]). Die bei den meisten deutschen Privatbahnen und bei allen deutschen Staatsbahnen eingeführten, den Betrieb, die Eisenbahnbetriebs-Telegraphie, das Zugmeldeverfahren, die Handhabung der Bestimmungen der Signalordnung usw. regelnden Vorschriften werden einer eingehenden Prüfung unterzogen. Es wird empfohlen, nach dem Kriege auch die Fahrdienstvorschriften neu herauszugeben, um ein Werk zu schaffen, das nur

noch einheitliche Bestimmungen für alle deutschen Eisenbahnen ohne Sonderzusätze und Sonderbestimmungen enthält und sowohl dem Betriebsleiter als auch dem Betriebsbeamten die nötigen Hilfen an die Hand gibt.

[1]) Z. Eisenb. Sicherungswes. 1917, S 81, 89. — [2]) Ebenda S 185. — Eisenb. Nachr. Bl. 1917, Nr 25. — [3]) Z. Eisenb. Sicherungswes. 1917, S 144. — [4]) Ebenda S 49. — [5]) Ebenda 1916, S 125. — [6]) Eisenb. Nachr. Bl. 1917, Nr 23. — [7]) Zentralbl. Bauverw. 1917, S 504. — [8]) Wechmann, ETZ 1917, S 265. — [9]) Org. Fortschr. Eisenb.-Wes. 1917, S 297. — [10]) Ebenda S 298. — [11]) ETZ 1917, S 196. — [12]) Z. Eisenb. Sicherungswes. 1917, S 67. — [13]) Ebenda S 110, 136. — [14]) Org. Fortschr. Eisenb. Wes. 1917, S 298. — [15]) Z. Eisenb. Sicherungswes. 1917, S 14, 97. — [16]) El. Kraftbetr. 1917, S 121. — [17]) ETZ 1917, S 548. — Schweiz. Bauztg. Bd 70, S 61. — [18]) Kemmann, Z. Kleinbahnen 1917, S 1, 606. — [19]) Bothe, ETZ 1917, S 513. — [20]) Kemmann u. Bothe, ETZ 1907, S 514. — [21]) H. Gutzwiller, Z. Österr. Ing. Arch. Ver. 1917, S 444. — [22]) Zentralbl. Bauverw. 1917, S 563. — [23]) Z. Ver. D. Eisenb. Verw. 1917, S 623. — [24]) Z. Eisenb. Sicherungswes. 1917, S 149. — [25]) Zentralbl. Bauverw. 1917, S 393.

Schiffahrts-, Sicherheits- und Betriebssignale, Anzeige- und Meßapparate für nicht elektrische Größen.

Von Geh. Oberpostrat Prof. Dr. K. Strecker.

Schiffahrt. Wenige Jahre vor Kriegsausbruch haben die Engländer den Leuchtturm Platte-Fougère auf der Insel Guernsey mit neuen Signal- und Kontrolleinrichtungen versehen, die von E. Catford[1]) beschrieben werden. Bei Nebel preßt ein Elektromotor Luft in 3 Behälter an der Turmspitze, aus denen eine Sirene und ein Nebelhorn mit Hilfe eines durch Druckluft aufgezogenen Uhrwerks alle 90 s betätigt werden. Der Strom wird dem Leuchtturm durch ein sehr stark bewehrtes Kabel zugeführt. Da der Maschinenraum im Rücken der akustischen Signalgeber liegt, diese dort also schlecht hörbar sind, brachte man im Leuchtturm ein Mikrophon an, das mit einem im Maschinenraum aufgestellten Telephon in Verbindung steht; das Telephon wurde durch eine Glühlampe, später durch eine Signalglocke ersetzt. Das Licht des Leuchtturmes wird mit Azetylen gespeist; es wird von einem Uhrwerk gezündet und gelöscht. Sobald der Gasdruck in dem Azetylenbehälter, der den Vorrat für einen Monat enthalten soll, unter eine bestimmte Grenze sinkt, bleibt eine sonst in regelmäßigen Zeitabständen ertönende Glocke stumm. Zur Aushilfe sind in der Laterne des Leuchtturms auch el. Glühlampen angebracht; zu deren regelmäßiger Unterbrechung dient ein Metallthermometer wie bei Reklamebeleuchtung; das Flackern des el. Lichts wird im Maschinenhaus durch eine Glocke angezeigt. Bricht der Glühfaden einer Lampe, so wird dies mit Hilfe einer Brückenverzweigung durch ein Glockensignal gemeldet. Am Leuchtturm selbst ist eine Fernsprechstelle angebracht, welche mit dem Fernsprechamt der Insel Guernsey verbunden ist. — Um einem Torpedo die Richtung auf ein Ziel zu erhalten, das einen Schall aussendet, verwendet man neuerdings eine Einrichtung wie bei den Unterwasser-Schallsignalen: Zwei Mikrophone zu beiden Seiten des Torpedokopfes, die auf el. Wege selbsttätig die Schaltorgane des Torpedos beeinflussen und es auf das Ziel zusteuern[2]).

Signalanlagen. Boye[3]) beschreibt die neuen Meldethermometer (Feuermelder). Sie sind entweder Metallthermometer, die für bestimmte Temperaturen eingestellt werden, oder Differentialmanometer. Jene bestehen aus den bekannten Streifen aus 2 Metallen, diese aus einem U-Rohr aus Glas, dessen Biegung mit Quecksilber gefüllt ist, und dessen luftleere geschlossene Schenkel eine Schicht einer leicht verdampfenden Flüssigkeit enthalten; der eine Schenkel ist dick-, der andere dünnwandig, so daß rasche Temperaturänderungen in diesen rasch, in jenen langsam eindringen; es entsteht so ein Druckunterschied, der das Quecksilber verschiebt und dadurch Kontakte öffnet. Man verbindet meist

2 Metallthermometer, die auf 2 verschiedene Temperaturen eingestellt werden; das erste gibt eine Art Vorsignal ab, das zweite das Gefahrsignal. Mit dem Differentialmanometer, das langsam wirkendes (Schwel-) Feuer nicht anzeigt, verbindet man ein oder zwei Metallthermometer. Dem Metallthermometer gibt man einen Nebenschluß (1000 Ω), um die Unterbrechung am Thermometer von einem Drahtbruch galvanometrisch unterscheiden zu können. Bei größeren Einrichtungen dieser Art vereinigen S & H die Anzeigeapparate — Galvanometer, Fallklappen, Prüfschalter usw. — in einem Schrank. Die Meldethermometer werden in einer oder mehreren Stromschleifen angeordnet, in deren jeder Prüftasten für Drahtbruch und für Feuermeldung (diese mit Nebenschluß), Fallklappen für Drahtbruch und für Feuermeldung, Wecker und Galvanometer eingeschaltet sind. Der Strom beträgt in der Ruhe 25 mA und geht beim Ansprechen eines Meldethermometers auf 8 mA zurück; bei diesem Strom fallen Drahtbruch- und Feuerklappe, diese aber verdeckt jene. Bei Drahtbruch geht der Strom auf Null zurück; nur die Drahtbruchklappe fällt, die Feuerklappe, die auf Arbeitsstrom eingestellt ist und nun stromlos bleibt, fällt nicht. In den Stromkreis wird gewöhnlich noch ein Hauptmelder mit Registriereinrichtung geschaltet. Als Stromquelle dient eine Sammlerbatterie von 14 V. Die Meldeapparate können mit selbsttätigen Löschapparaten verbunden werden, die von jener, elektromagnetisch ausgelöst, Kohlensäure in großer Menge entwickeln und dadurch das Feuer ersticken.

Elektrisches Auge nennt Hannach[4]) einen Sicherheitsapparat, der eine von ihm gebaute, sehr empfindliche Selenzelle benutzt. Das Selen ist mit anderen Stoffen gemischt und nach dem Schmelzen sehr langsam abgekühlt worden. Der Dunkelwiderstand einer Zelle beträgt 20000 Ω und geht bei starker Belichtung auf 5000 Ω zurück. Der Apparat, der in einem dunklen Raum aufgestellt wird, meldet sofort durch Auslösen einer Alarmglocke jedes in dem Raum entzündete Licht und jedes entstehende Feuer.

In englischen Kohlenbergwerken pflegt man die Klingelsignale mit Hilfe einer blanken Doppelleitung zu geben, die man mit der Hand oder einem Metallstück kurzschließt (JB 1915, S 172, Anm. 7). Um die Funken an der Kurzschlußstelle zu verhüten, empfiehlt A. W. Brown[5]) nahe bei der Signalglocke W, Abb. 5 (Wecker mit Selbstunterbrechung), in die Leitung ein Relais R von sehr kurzer Eigenschwingung einzuschalten und dessen Anker und Arbeitskontakt als Brücke über die Leitung zu legen. Der Unterbrechungs-Extrastrom ist dann immer durch das Relais geschlossen, außer in den kurzen Zeiträumen ($< 0{,}001$ s), während deren der Relaisanker den Arbeitskontakt verläßt. — Um mit einem schwachen Weckstrom möglichst starke Wirkung zu erzielen, ersetzt Howlett[6]) den kugelförmigen Klöppel am Ende des Ankers durch einen Stab, der nahezu so lang wie die Weckerglocke weit ist; dieser Stab schwebt innerhalb der Glocke, so daß er in jeder Endlage des Ankers anschlägt. Der Anker selbst liegt zwischen zwei Elektromagneten, die sich durch Kontakte selbsttätig und abwechselnd ein- und ausschalten und den Anker mit genügender Kraft hin- und herbewegen; der Wecker gibt demnach doppelt so viel Schläge wie ein gewöhnlicher Wecker. Der schwächste Strom, mit dem der Wecker arbeitete, betrug 0,04 A; bei 0,18 A wurde ein Gasgemisch entzündet.

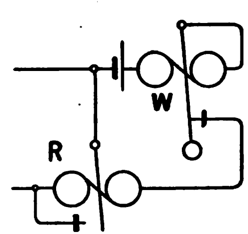


Abb. 5. Funkenverhütung.

In England bemüht man sich lebhaft, Warnungseinrichtungen für Fliegerangriffe zu bauen. Die Selco-Sirene[7]) enthält einen Elektromotor für 100 bis 250 V Gleich- oder Wechselstrom, wiegt etwa 160 kg und kann 3 km weit gehört werden; sie wird auch in kleinerer Ausführung gebaut. Kleiner ist das Benjaminsche[8]) Horn; es wird gleichfalls für Gleich- oder Wechselstrom, 100 bis 250 V, gebaut, auch für niedere Spannung bis herab zu 6 V; es arbeitet mit Selbstunterbrechung.

Eine neue Signalklappe[9]) für Anzeigetafeln besteht aus einem einschenklig bewickelten Elektromagnet, vor dessen zylindrisch ausgehöhltem Polschuh der Anker drehbar angebracht ist. Dieser Anker hat die Form eines in die Höhlung passenden Zylinders, der an der Schauseite abgeflacht ist; er besteht zum größeren Teil aus Eisenblech, zum Teil aus unmagnetischem Metall. In der Ruhelage wendet er dem Beschauer die abgeflachte Stelle zu; tritt Strom ein, so dreht er sich, und es erscheint eine Nummer o. dgl.

Torner[10]) gibt eine Vereinfachung der Schaltung für Alarm-, besonders für Diebesalarmwecker an, bei der man den Alarmwecker ohne Relais einschalten, das Relais demnach ersparen kann.

Temperaturmessung. Die Pyrometer haben in den letzten Jahren bedeutende Fortschritte gemacht. Die Faraday-Gesellschaft[11]) in London hat ihnen einen Abend gewidmet, an dem zwölf Abhandlungen und Mitteilungen vorgetragen wurden; zugleich fand eine Ausstellung von Meßgeräten statt. E. F. Northrup sprach zunächst über Öfen zur Erzeugung sehr hoher Temperaturen. Zur Temperaturmessung empfahl er seinen „Pyrovolter“ ein Galvanometer, das an einen Spannungsteiler für 1 Trockenelement angeschlossen ist, nebst einem Thermoelement Wolfram-Molybdän. Sein Zinn-Pyrometer für Temperaturen über 1550° C benutzt die Ausdehnung geschmolzenen Zinnes und hat im allgemeinen die Gestalt eines Quecksilberthermometers; das Zinn ist in einem Graphitgefäß eingeschlossen, in das ein enges stahlumhülltes Quarzrohr eingesetzt ist; in letzteres ist ein Nickeldraht eingeführt. Das geschmolzene Zinn berührt das Ende des Nickeldrahtes und schließt den Stromkreis. Der Nickeldraht kann in verschiedenen Höhen eingestellt werden, so daß der Stromschluß bei verschiedenen Temperaturen erfolgt; zwei davon werden besonders bestimmt, die anderen daraus errechnet. — Ezer Griffiths und F. H. Schofield sprachen über die Thermometerskala und die Eichung und teilten eine Methode zur Prüfung eines Drahtes auf thermoel. Gleichmäßigkeit mit. Die Porzellanröhre, in die man öfter das Thermoelement einführt, verursacht bei veränderlicher Temperatur einen Zeitfehler. — R. S. Whipple gräbt nach einem Vorschlag von A. Zeleny die kalt zu haltende Lötstelle des Thermoelementes, gehörig isoliert, 3 m tief in den Erdboden unter einem großen Gebäude ein; die Temperatur schwankte hier im Lauf des Jahres um 1,4 bis 1,9° C; er ging daher auf 6 m Tiefe. — F. G. Donnan sowie W. H. Hatfield sprachen über optische Pyrometer für metallurgische Zwecke. — F. Rogers beschrieb ein von ihm angegebenes Thermoelement zur Messung der Temperatur flüssigen Metalls. Die beiden Thermodrähte laufen in der Achse eines senkrechten Rohres, das an seinem unteren Ende einen Anschlußkopf aus Lehm o. dgl. trägt; durch diesen treten die beiden Drähte unverbunden heraus und können in das geschmolzene Metall eingetaucht werden. Durch das Rohr wird kalte Luft geblasen, die die kalte Lötstelle umspült und auf gleichbleibender Temperatur hält. — Darling versuchte, geschmolzene Metalle zu Thermoelementen zu verwenden. In einem Kohlenblock wurden zwei Quarzröhren befestigt und in diese die Metalle eingeführt. Sie mischten sich nicht beim Schmelzen und gaben dieselbe Thermokraft wie bei unmittelbarer Berührung. — G. C. M. Stone untersucht die Fehler und Störungen, denen Thermoelemente ausgesetzt sind, und ihre Ursachen und Abhilfen. Ein Pyrometer, das Stone und Barclay ausgearbeitet haben, beruht auf dem Schmelzen einer Metallunterlage für einen Stab, der dann niedersinkt und hierdurch das Schmelzen anzeigt. — Watkins behandelte die Temperaturmessung mit Hilfe von Segerkegeln. — Bauschulte[12]) bespricht die allgemeinen Fragen der Pyrometrie und beschreibt den Gebrauch des optischen Pyrometers nach Holborn und Kurlbaum. — Zur Überwachung des Dampfkesselbetriebes benutzt man am besten Fernthermometer. Quaink[13]) beschreibt die hierfür geeigneten el. Thermometer von S & H, nämlich Thermoelemente — Kupfer-Konstanten bis 550°, Eisen-Konstanten bis 900°, Nickel-Nickelchrom bis 1100° — und Widerstandsthermometer aus Platindraht. Als Meßgerät dient ein Strommesser, der mit Hilfe weniger Druckknöpfe an die von den verschiedenen

Meßpunkten zusammenlaufenden Leitungen angeschlossen wird. Mit Hilfe eines Registrierapparats können die Messungen aufgezeichnet werden. — E. F. Müller[14]) beschreibt Brückenanordnungen für Widerstandsthermometer. Er verwendet nur Schleifkontakte und hauptsächlich Kontaktklötze, seltener einen ausgespannten Draht und nur in Verbindung mit sehr kleinen Widerständen Quecksilbernäpfe. Kleine Widerstandsänderungen bringt er mit Hilfe von veränderlichen Nebenschlüssen zu festen Widerständen hervor. Seine Anordnungen sind für verschiedene Ansprüche an Genauigkeit und Bequemlichkeit berechnet. — Das Regent-Palast-Hotel in London besitzt eine ausgedehnte Anlage zur Messung der Temperaturen[15]), auch der Luftfeuchtigkeit (mit Hilfe von trockenen und feuchten Thermometern). Am Schaltbrett endigen die Leitungen von 130 Punkten, die der Temperaturmessung zwischen 20 und 100° F zugänglich sind; an 22 Punkten wird die Temperatur des heißen Wassers, des Dampfes und der Heizgase (100° bis 600° F) gemessen. Von einer größeren Zahl der Meßpunkte kann man die Temperatur auch auf einem Registrierapparat aufzeichnen. Ein Wasserstandszeiger für die 16 Wasserbehälter des Gebäudes arbeitet pneumatisch-hydraulisch.

Kugelfinder. In französischen Lazaretten wird zum Auffinden metallischer Fremdkörper ein Induktionsapparat benutzt[16]).

El. Uhren. C. O. Bartrum[17]) verbindet ein besonders schwingendes Pendel mit einer Uhr, die in jeder Minute auf el. Wege eine Palette auslöst; diese gibt dem Pendel einen kurzen Antrieb und schließt einen Stromkreis, der sie in ihre Anfangslage zurückführt. Die beiden Stromkreise werden benutzt, um die Uhr mit dem Pendel in Übereinstimmung zu halten.

Materialprüfung. Heber[18]) macht auf die Wichtigkeit der Materialprüfung mittels Röntgenstrahlen aufmerksam. Röntgen hat schon in seinen ersten Mitteilungen von Bildern technischer Gegenstände gesprochen, die er aufgenommen hat. Man kann durch Wahl geeigneter Röntgenröhren die Bilder auf dem Fluoreszenzschirm sehr deutlich machen. Besser, insbesondere bei der Untersuchung metallener Körper auf innere Fehler, sind photographische Aufnahmen, die bei hinreichender Dauer viele Einzelheiten erkennen lassen. — Fürstenau[19]) ist es durch Verbesserung der Aufnahmetechnik gelungen, von Gußkörpern (Zink, Eisen und Rotguß) Bilder zu erhalten, welche selbst bei Stücken von mehreren cm Stärke noch kleine Fehler deutlich erkennen ließen. Die Belichtung dauert etwa 30 bis 120 s; eine Röhre hält etwa 1000—3000 Aufnahmen aus, der Gerätesatz kostet etwa 2000 M. Es wird auf die Wichtigkeit dieser Untersuchung hingewiesen, durch die u. U. die Bearbeitungskosten für fehlerhafte Gußstücke gespart, auch Fehler im Gußverfahren aufgedeckt werden können. — Zur fortlaufenden chemischen Prüfung des Speisewassers benutzt Raddant[20]) nach einem amerikanischen Patent eine Uhr mit el. Kontakten, durch deren Schluß eine bestimmte Menge des zu prüfenden Wassers in ein Mischgefäß gelassen und dort mit zwei der Untersuchung dienenden Flüssigkeiten gemischt wird. Nach Ablauf des chemischen Vorgangs, der beobachtet werden kann, wird das Mischgefäß selbsttätig entleert und gespült.

Registriermaschinen. Winkler[21]) beschreibt die neueste Form der bekannten Hollerithschen Maschine zum Aufrechnen statistischer Erhebungen. Die Aufzeichnungen werden mit Hilfe eines Handlochers auf Papierkarten mit 12 Zeilen und 27, 37 oder 45 Spalten übertragen. 300 bis 400 solcher Karten werden in die Sortiermaschine gelegt, welche die Karten auf el. Wege nach den 12 Zeilen in 12 Gruppen ordnet, 15000 Karten in 1 h. Dann werden sie in der Tabelliermaschine addiert; d. h. es wird festgestellt, wieviel Löcher die Karten jeder der gebildeten 12 Gruppen in jeder der 27 bis 45 Spalten aufweisen. Mit der Maschine kann man z. B. 10000 siebenstellige Zahlen mittels eines Zählers in 1 h addieren. — Der Registrierapparat der General El. Co., den Rogers[22]) beschreibt, überwacht mehrere Maschinen, Gasbehälter, Rohrleitungen usw. und zeichnet deren Betriebsverhältnisse auf. Zur Aufzeichnung wird ein Glühdraht benutzt, der auf einem Papierstreifen Brandmarken erzeugt. Die Glüh-

drähte, einer für jede Überwachung, sind im Registrierapparat nebeneinander angeordnet, so daß ihre Aufzeichnungen auf dem Papier nebeneinander erscheinen. So lange die zu überwachende Maschine usw. im Gang ist, glüht der Registrierdraht; Betriebspausen von 1 min zeigen sich schon durch kleine Unterbrechungen des gebrannten Striches.

Blindenschrift. Chr. Ries[23]) will dem Blinden ermöglichen, gewöhnliche Druckschrift, Bücher, Zeitungen u. dgl. zu lesen. Er entwirft von den Buchstaben große Schattenbilder und bewegt über diese eine Anordnung aus 8 Selenzellen, die mit einer Stromquelle verbunden sind. In den Leitungen entstehen beim Überstreichen von hell und dunkel Ströme, die durch Relais auf Tastvorrichtungen wirken; diese wirken auf die Fingerspitzen der Blinden. Ries gibt daneben auch ein Optophon an, wobei man die Buchstaben durch Vermittlung von Selenzellen, Relais und Tongebern hört.

[1]) V. J. Baumann, El. Anz. 1917, S 871 (nach Post Office El. Eng. J). — [2]) Zeitschr. Post Telegr. 1917, S 88. — [3]) R. Boye, Helios Fachz. 1917, S 217. — [4]) O. Hannach, ETZ 1917, S 249. — — Helios Fachz. 1917, S 361. — [5]) A. W. Brown, El. Rev. (Ldn.) Bd 81, S 203. — [6]) L. H. Howlett, El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 431. — [7]) El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 673. — [8]) Electr. (Ldn.) Bd 80, S 21. — [9]) El. Anz. 1917, S 288. — [10]) G. Torner, El. Anz. 1917, S 748. — [11]) Electr. (Ldn.) Bd 80, S 226, 262, 301. — Engineering Bd 104, S 497, 539, 546. — [12]) G. Bauschulte, Dingl. Bd 332, S 135. — [13]) G. Quaink, Dingl. Bd 332, S 69. — ETZ 1917, S 180. — [14]) E. F. Müller, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 64. — [15]) Electr. (Ldn.) Bd 80, S 200. — [16]) Zeitschr. Post Telegr. 1917, S 28. — Telegr. Fernspr.-Techn. Jg. 6, S 8. — [17]) C. O. Bartrum, Electr. (Ldn.) Bd 78, S 615. — [18]) G. Heber, El. Anz. 1917, S 635, 651. — [19]) R. Fürstenau, El. Masch.-Bau 1917, S 49. — [20]) W. C. Raddant, El. World Bd 69, S 133. — [21]) Winkler, ETZ 1917, S 256. — [22]) R. H. Rogers, Gen. El. Rev. 1916, S 866. — ETZ 1917, S 153. — [23]) Chr. Ries, Die Blinden-Lesemaschine von Finzenhagen und Ries. 58 S., 8⁰. 43 Abb. Dießen vor München 1916, C. Huber. — Finzenhagen, Das Selenfieber. Spandau 1916, Gebr. Jenne. — ETZ 1917, S 124.

D. Messungen und wissenschaftliche Untersuchungen.

XIII. Meßkunde.

Einheiten, Normalmaße. Von Prof. Dr. Herbert Hausrath, Karlsruhe. — Elektrische Meßinstrumente für Strom, Spannung, Leistung, Phase und Frequenz. Von Prof. Dr. Herbert Hausrath, Karlsruhe. — Messung des Verbrauchs. Elektrizitätszähler. Von Dr.-Ing. J. A. Möllinger, Nürnberg. — Elektrische Messungen und Meßverfahren, Hilfsmittel für Messungen. Von Prof. Dr. Herbert Hausrath, Karlsruhe.

Einheiten und Normalmaße.

Von Prof. Dr. Herbert Hausrath.

Neue Lehrbücher. Die el. Meßkunde mit Ausschluß solcher Instrumente und Methoden, die der besonderen elektrotechnischen Meßpraxis zugehören, hat in einem Werk W. Jaegers[1]) eine einheitliche und umfassende Darstellung von unbedingter Zuverlässigkeit gefunden. Vorangeschickt ist eine Übersicht über die mathematischen Hilfsmittel, insbesondere über die wichtigsten Sätze der Vektoranalyse und über die Theorie der Schwingungsvorgänge, wodurch die Wiederholung formell identischer Ableitungen bei den verschiedenen Anwendungen vermieden wird. — Ferner erschien ein Lehrbuch über elektrische und magnetische Messungen von C. M. Smith[2]), über Gleich- und Wechselstrommessungen von Dawes[3]) und über elektrische Messungen in der Praxis von Farmer[4]).

Normalelemente und Normalwiderstände. Eine Durchmessung des Stamms der Normalelemente der Phys.-Techn. Reichsanstalt[5]) hat ergeben, daß ihr Mittelwert als konstant angesehen werden kann. Auch bei den Normalwiderständen sind wie früher keine beachtenswerten Veränderungen aufgetreten.

Im Bureau of Standards wurden vier Quecksilber-Widerstandsnormale mit Röhren aus Jenaer 59 III Borosilikat-Glas hergestellt. Eine diesem Anlaß entsprungene umfangreiche Veröffentlichung von Wolff, Shoemaker und Briggs[6]) behandelt alle in Frage kommenden Ausführungsformen, Herstellungsverfahren, Hilfsmittel und Meßmethoden, insbesondere die von den Verfassern angewandten, und die Ergebnisse der einschlägigen Untersuchungen und Messungen. Die für den Erfolg hauptsächlich entscheidende Bestimmung der in der Röhre bis zu den kugelförmigen Erweiterungen für die Potentialelektroden enthaltenen Quecksilbermenge erfolgte nach der Methode der Reichsanstalt, wogegen die der Nat. Phys. Laboratory, Teddington, sich nicht bewährte. Die Längenmessung der an den Enden abgeschliffenen Röhren, die auf einen Vergleich von End- und Liniennormalen herauskommt, wurde nach einer von L. A. Fischer angegebenen Methode durchgeführt. Als wünschenswert wird bezeichnet, in neuen internationalen Ausführungsbestimmungen für die kugelförmigen Endstücke eine größere Abmessung festzusetzen.

Elektrische Meßinstrumente für Strom, Spannung, Leistung, Phase und Frequenz.

Von Prof. Dr. Herbert Hausrath.

Leitungen als Nebenschlußwiderstände. Martineau[7]) macht Vorschläge zur Verwendung von Gleichstrom-Leitungsschienen als Nebenschluß für Strommesser, wobei der Temperaturfehler durch einen der Schiene eng anliegenden Vorschaltwiderstand zur Drehspule aufgehoben werden soll.

Starkstromwattmeter. Von Moore[8]) werden verschiedene Formen von Starkstrom-Wattmetern beschrieben, die auf der im Prinzip übrigens schon bekannten (JB 1912, S 170) Anordnung zweier konzentrischen, vom Hauptstrom in entgegengesetzter Richtung durchflossenen Röhren mit einem astatischen System von Spannungsspulen in deren Zwischenraum beruhen. Am zweckmäßigsten wird die äußere Röhre durch parallele Stäbe gebildet, die, wie Versuche zeigen, erst nach dem Einbau des beweglichen Systems innerhalb ihrer freien Länge verlötet zu werden brauchen, während ihre Enden schon vorher in kreisrunden Scheiben fest verlötet sind. In einer von diesen Scheiben endet die innere Röhre, in der andern eine zweite Röhre, welche die erstere außerhalb des so gebildeten Käfigs eng umschließt. Die äußeren Enden dieser Röhren sind mit nahe aneinandergelegten Anschlußlaschen versehen. Ein Vergleich eines solchen bis zu 1500 A benutzbaren Wattmeters mit einem Duddell-Matherschen für 100 A ergab auch bei 90⁰ Phasenverschiebung keine meßbaren Differenzen. Der Verfasser weist darauf hin, daß Doppelwattmeter solcher Bauart weder magnetische noch elektrostatische Wechselwirkungen zwischen Strom- und Spannungsspulen ergeben würden und daß die Eichung von Doppelwattmetern einwandfrei dadurch erfolgt, daß die Stromspulen und die Spannungsspulen unmittelbar an die miteinander verbundenen Sternpunkte der Verbrauchersysteme eines Drehstrom-Doppelgenerators oder Phasentransformators angelegt werden.

Phasenfolge in Drehstromsystemen. Im Berichtsjahre sind zwei einfache und stets anwendbare Verfahren angegeben worden, die Phasenfolge zu bestimmen. Kapp[9]) empfiehlt hierzu die Einschaltung eines Kondensators in den Spannungskreis des Wattmeters. Sind nach der Zweiwattmetermethode die Stromspulen an Phase B und C geschaltet und sind W_b und W_c die Ablesungen ohne, W_b' und W_c' mit vorgeschaltetem Kondensator, so zeigt folgende Tabelle die Kennzeichen dafür, ob die Phasenfolge ABC oder CBA und ob Nach- oder Voreilung des Stroms gegen die betr. Phasenspannung vorliegt:

$W_c > W_b$		$W_b > W_c$	
$W_b > W_b'$	$W_b' < W_b$	$W_c' > W_c$	$W_c > W_c'$
$A - B - C$	$C - B - A$	$A - B - C$	$C - B - A$
nach	vor	vor	nach

Die gleiche Tabelle gilt auch, wenn die Stromspule eines einzigen Wattmeters an Phase A und eine Spannungsspule abwechselnd an B (W_b) und C (W_c) gelegt wird. — Von Lyon[10]) wird vorgeschlagen, zwischen Leiter 1 und 2 einen induktionsfreien und einen induktiven Widerstand von gleicher Impedanz, beide in Reihe anzulegen. Wird dann mit einem Spannungsmesser zwischen deren Vereinigungspunkt und dem Leiter 3 eine Spannung von etwa 37% der Netzspannung gemessen, dann eilt die Spannung 1—2 vor 2—3 voraus. Eilt sie nach, so beträgt die gemessene Spannung etwa 137%.

Registrierinstrumente. Trott[11]) gibt eine Übersicht über Registrierinstrumente verschiedener Herkunft. — Eine Neuausführung der Registrierinstrumente von Paul Braun & Co.[12]) für gleichzeitige Aufnahme verschiedener

Kurven mit verschiedener Farbe arbeitet in der Weise, daß der Zeiger auf ein mit der Schaltung ausgewechseltes Farbkissen gedrückt wird und dann die Farbe auf die Schreibfläche überträgt. Das saugfähige Papier nimmt dabei die Farben restlos auf, so daß ihre Vermischung vermieden wird. — H&B[13]) leiten das Farbband ihrer Registrierinstrumente nach DRP 279775 schräg vor oder hinter dem Papier vorbei, um das Farbband sowohl in ganzer Breite wie in ganzer Länge auszunutzen.

In Fällen von vorwiegend stufenweise sich ändernden Belastungen mag ein neuartiges Registrierinstrument nach DRP 294828 der AEG[14]) von Vorteil sein, bei dem der Papierablauf proportional dem Energieverbrauch vom Scheibenanker eines Induktionszählersystems aus erfolgt. Der Zeigerstift wird mit geeigneter Übertragung von einer zweiten Scheibe gesteuert, die vom gleichen Elektromagnetsystem betrieben wird. Um für die verschiedenen Ordinaten ein gleiches Zeitmaß anzudeuten, sind die Längslinien des Registrierpapiers mit Punkten versehen, deren Abstände proportional der zugehörigen Ordinate sind. — In einem sinnreichen aber komplizierten Apparat vereinigt Lyon[15]) zwei durch die Wirk- und Blindleistung beeinflußte Stromwagen, die als Relais mittels eines Antriebsmotors zwei senkrecht zueinander verschiebbare Schlitten um Strecken verschieben, die diesen Leitungen proportional sind. Die Volt-Ampere werden durch die Hypothenuse des Dreiecks dargestellt, dessen Katheten von diesen Strecken gebildet sind. Sie werden zugleich mit der Leistung auf ein Registrierpapier mit geradlinigen Koordinaten übertragen.

Kurvenanalyse. Hartenheim[16]) beschreibt einen sehr einfach, schnell und genau arbeitenden mechanischen Kurvenanalysator, dessen Prinzip von R. Slaby[17]) angegeben ist. Bei der von L. W. Chubb getroffenen konstruktiven Ausbildung des Apparats müssen die Diagramme auf einen ebenen Film entworfen werden, der auf einer sich drehenden Scheibe aufgespannt ist. Das

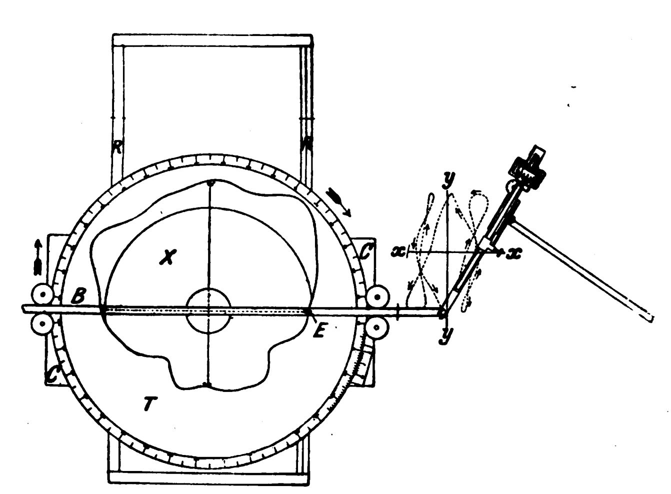


Abb. 6. Mechanischer Kurvenanalysator (nach ETZ 1917, S 51).

Diagramm wird auf Karton übertragen und mit diesem ausgeschnitten. Die so gewonnene Schablone *X* wird nach Abb. 6 auf einer Scheibe *T* befestigt, die sich dreht, während ihr Träger *C* sich gleichzeitig nach einer Sinusfunktion auf dem Schlitten *R* hin und her bewegt. Dabei legt sich der an der Stange *B* befestigte Stift *E* an den Rand der Schablone und führt so den Fahrstift *y* eines Planimeters längs einer Kurve, deren Flächeninhalt der Amplitude einer Harmonischen der aufgenommenen Kurve proportional ist. Die Ordnungszahl der so bestimmten Harmonischen ist gleich der Zahl der Hin- und Hergänge,

die der Drehpunkt der Schablone während einer ihrer Umdrehungen ausführt. Außer der Zerlegung von Kurven in die Sinus- und Kosinusglieder der Fourierschen Reihe lassen sich aus den Flächen der Diagramme und der von ihren Nullinien bestimmten Kreise auch Effektivwerte, Leistungen und Leistungsfaktoren und andere Größen bestimmen. Ferner können mit dem Analysator auch die Harmonischen einer analysierten Kurve mechanisch sehr schnell und genau aufgezeichnet werden.

Nach einem Vorschlag von H. Th. Simon untersucht Lübcke[18]) ein Verfahren zur Aufnahme von Wechselstromkurven. Durch ein vom zu untersuchenden System erzeugtes Drehfeldbündel wird ein Kathodenstrahl auf einer Kegelfläche zum Umlauf gebracht und in einer Ionisierungskammer, die von der Kathodenstrahlröhre durch ein Lenardsches Fenster abgeschlossen ist, zwischen zwei Kondensatorplatten hindurchgeleitet. An letztere ist über ein Elektrometer die zu untersuchende Spannung angelegt. Dabei soll der Kondensator durch den Strahl in punktweise veränderbarer Phase kurzgeschlossen werden, so daß das Elektrometer den jeweiligen Momentanwert der Spannung anzeigt. Die geringe Beweglichkeit der Ionen setzt dem Verfahren bei etwa $5 \cdot 10^4$ Per/s ein Ziel. Zur Herstellung eines trägheitslosen Oszillographen schlägt deshalb Lübcke[19]) vor, unter Weglassung des Lenardfensters die Kondensatorplatten als Ablenkungsplatten für das Kathodenstrahlbündel zu verwenden. Hiermit erscheint die Aufgabe lösbar, unter Verwendung von Sonden el. Hochfrequenzfelder auszumessen, wogegen für die Untersuchung von kontinuierlichen Schwingungskurven in der Aufnahme von Lissajousschen Figuren mit der Braunschen Röhre ein viel einfacheres Mittel gegeben ist.

Nach dem DRP 287287 von den Veifa-Werken und Czermak[20]) werden Röntgenstrahlen in folgender Weise für oszillographische Zwecke verwertet: Zwischen Kathode und Antikathode wird durch ein Diaphragma ein Kathodenstrahlbündel ausgesondert und das abgelenkte Erregungszentrum der Röntgenstrahlen nach dem Prinzip der Lochkamera durch ein Bleidiaphragma auf der davor ablaufenden photographischen Schicht abgebildet.

Die Dissertation von A. Roth[21]) behandelt ein neues Meßinstrument zur direkten Analyse von Wechselströmen, auf das im JB 1918 einzugehen ist.

Das Bild von schnell bewegten Gegenständen, wie Lichtbogen und Maschinenteilen, wird nach Palme[22]) in den aufeinander folgenden Phasen des Vorgangs auf einer photographischen Platte festgehalten, indem man entsprechend viele kleine photographische Objektive in schrägen Reihen vor der Platte anordnet und vor letzterer einen Schlitzverschluß ablaufen läßt, der die Objektive in gleichen Abständen öffnet.

Galvanometer. Im Bureau of Standards ist die Theorie und der Bau von Spiegelgalvanometern nach verschiedenen Richtungen hin in Angriff genommen worden. Auf Grundlage der bekannten, die in der bewegten Spule induzierte EMK berücksichtigenden Bewegungsgleichung sucht Wenner[23]) die Beziehungen abzuleiten, die zwischen den „Konstruktionskonstanten" und den für die Verwendung wichtigen „Operationskonstanten", nämlich Empfindlichkeit, Einstellungs- bzw. Ausschlagszeit und kritischem Schließungswiderstand bestehen. Dabei werden vier Klassen von Messungen unterschieden, je nachdem die Strom- oder Spannungsempfindlichkeit oder die ballistische Empfindlichkeit für $\int i\,dt$ oder $\int e\,dt$ in Frage kommt. Diese Beziehungen sollen den konstruktiven Entwurf von Galvanometern ermöglichen, deren Operationskonstanten vorgeschrieben sind. Da aber die Zahl der Konstruktionskonstanten größer ist als die der Operationskonstanten, können von ersteren immer einige, z. B. in allen Fällen der Galvanometerwiderstand, willkürlich gewählt werden. — Wenn auch durch diese Untersuchung manche theoretische und praktische Anregung gegeben wird, erscheint doch die ihr zugrunde gelegte Problemstellung verfehlt, die zweckmäßiger auf das günstigste Verhältnis von Ablenkung zu aufgenommener Leistung bei statischen Messungen und von Ausschlag

zu verbrauchter Energie bei ballistischen Messungen für den kritischen Dämpfungszustand und unter Reduktion auf 1 s Schwingungsdauer bezogen wird. Denn wenn die Lösung dieser Aufgabe mit Berücksichtigung der durch konstruktive Möglichkeiten und praktische Anforderungen gesteckten Grenzen gegeben ist, folgen aus dieser auch die annähernd günstigsten Abänderungen zur Erfüllung bestimmter Arbeitsbedingungen.

Coblentz[24]) untersuchte verschiedene Maßnahmen zur Vergrößerung der Empfindlichkeit und Störungsfreiheit des Thomsonschen Galvanometers. Mit einem evakuierten Instrument von besonders günstiger Form der Spule und des Magnetsystems wurde bei 6 s Schwingungsdauer und 10 Ω Widerstand 1 mm Ausschlag bei 2 m Skalenabstand für $1 \cdot 10^{-11}$ A erzielt. — Das elektromagnetische, d. h. mit Elektromagnet statt Permanentmagnet versehene Drehspulengalvanometer für Wechselstrom-Nullmessungen bildet den Gegenstand einer Untersuchung von Weibel[25]). Die theoretischen Grundlagen entsprechen denen der vorgenannten Arbeit Wenners. Verschieden abgemessene Ausführungen des Instruments unterscheiden sich vom Drehspulengalvanometer nur durch die mit Rücksicht auf den Wechselstrombetrieb selbstverständlichen Maßnahmen. Bei der ausführlichen Erörterung der Anwendungen wird besonders hervorgehoben, daß das Instrument durch Abstimmen des Erregerkreises auf die Grundharmonische als Indikator lediglich für die Wirkung dieser benutzt werden kann, während auf die Verwendbarkeit zur Kurvenanalyse nach Des-Coudres und zur Untersuchung der Wirkungen höherer Harmonischer in einem von nicht sinusförmigem Strom durchflossenen Objekt nicht eingegangen wird.

Die immer mehr gewürdigten Vorteile der Wechselstrom-Nullmethoden mit Vibrationsgalvanometer haben die Ausbildung solcher Instrumente auch für technische Frequenzen veranlaßt. Schering und Schmidt[36]) beschreiben ein nach dem Rubensschen Prinzip mit dünner Eisennadel im gekreuzten Magnetfeld gebautes neues Instrument mit zwei Systemeinsätzen für den Frequenzbereich 8 bis 60 und 30 bis 140 Per/s. Sein großer Vorteil besteht darin, daß die Einstellung der Eigenfrequenz vom Beobachtungsplatz aus durch Regulierung der die Richtkraft bestimmenden, die Nadel magnetisierenden Feldstärke des Gleichstrom-Elektromagnets erfolgt. Umfangreiche systematische Untersuchungen führten zu der Nadelform, die im gewünschten Frequenzbereich bei geeigneter Dämpfung die größte Empfindlichkeit besitzt. Am zweckmäßigsten erscheint eine Dämpfung, die eine Abnahme des Ausschlags auf die Hälfte des Resonanzausschlags bei Verstimmung um 1% bewirkt. Bei dieser Dämpfung, die stets durch Annähern eines Kupferklötzchens an die Nadel erzeugt werden kann, gibt das Instrument bei 50 Per/s 1 mm Bildverbreiterung bei 1 m Skalenentfernung für etwa $1 \cdot 10^{-7}$ A, wenn die Wechselstromwicklung auf 23 Ω geschaltet ist.

Elektrometer. Nach Békefy[27]) wird eine erhebliche Empfindlichkeitssteigerung des Braunschen Elektrometers dadurch erreicht, daß statt der einen beweglichen Nadel deren mehrere um die gleiche Achse und in der gleichen Ebene drehbar angebracht werden. — Nachdem das Lutzsche Saitenelektrometer in der Ausführung der Firma Edelmann als sehr brauchbares Laboratoriumsinstrument für statische Messungen in Wettbewerb mit dem Spiegelelektrometer getreten ist, war es von Interesse, ob die Orlichsche Theorie des Quadrantenelektrometers und die aus dieser folgende Arbeitsweise auch für dieses Instrument Geltung hat. Sorgfältige Untersuchungen von R. Jaeger[28]) haben diese Gültigkeit für idiostatische und Quadrantenschaltung erwiesen und gezeigt, daß nahezu dieselben Beziehungen zwischen den Konstanten der allgemeinen Elektrometergleichung wie für das Quadrantenelektrometer auch für das Saitenelektrometer gelten. Hiermit ist auch ohne besondere Untersuchung zugleich die Anwendbarkeit dieses Instruments für Hochfrequenzmessungen erwiesen, zu der seine geringe Kapazität herausfordert, während

die Anwendung für technische Frequenzen an den Vibrationen des Elektrometerfadens scheitern wird.

In der elektrometrischen Messung kleinster Elektrizitätsmengen ist durch das von G. Hoffmann[29]) auf Grund mühsamer systematischer Versuche entwickelte Duanten-Elektrometer ein großer Fortschritt erzielt worden. Die von der Drehachse nur nach einer Seite sich erstreckende Nadel schwebt über dem Schlitz zweier die „Duanten" bildenden Halbkreisflächen. Auch für diese Anordnung gelten die Gleichungen, die nach Orlich für ein Quadrantenelektrometer in Nadelschaltung bestehen, und können die Konstanten experimentell bestimmt werden. Aus den Formeln ergibt sich, daß bei Instrumenten mit nicht linearer Skala unter gewissen Bedingungen die mechanische Richtkraft durch eine mit dem Quadrat der Hilfsspannung wachsende elektrostatische Richtkraft vermindert wird, also eine elektrische Astasierung stattfindet, die praktisch nur durch die wachsende Schwingungsdauer und schließlich Labilität der Nadel begrenzt wird. Diese von Hoffmann schon früher aufgedeckte Erscheinung, die später (JB 1915, S 182) in anderer Form auch von Parson verwendet wurde, ist, wie der Verfasser nunmehr zeigt, durch die Hilfsspannung regelbar und wird bei der vorliegenden Anordnung dadurch erreicht, daß die Nadel gegen die Drehachse zu nach oben ausgewölbt ist. Die Störungen sind soweit beseitigt, daß auch mit lang dauernden Aufladungen gearbeitet werden kann. Ein Strom von 1 Elektron/s ist bei einer Summationszeit von $\frac{1}{4}$ h bequem nachweisbar. Bei einer Einstellungsdauer des Systems von 1 min im passend evakuierten Gehäuse gibt die Ladung von 350 Elementarquanten 1 mm Skalenausschlag. Von großem Wert auch für den Bau andersartiger Elektrometer ist die klare und gründliche Behandlung der Fehlerquellen sowie der Konstruktionsgrundsätze und Maßnahmen, die zu einer so weitgehenden Lösung der schwierigen Aufgabe führten.

Thermische Instrumente. Marconi[30]) verwendet zur Messung von Hochfrequenzströmen im Meßbereich von 0,02—0,11 A und bis 1,44 V ein System von zwei parallelen Drähten, deren Enden einerseits an einem unter Spiralfederwirkung stehenden Dreharm mit Zeiger befestigt sind. Das Ganze befindet sich in einer evakuierten Glasröhre. Das gleiche Prinzip wird auch für Instrumente mit dem Meßbereich 50—500 A verwendet.

Coblentz[24]) beschreibt eine Montierung für Vakuumthermosäulen und gibt vergleichende Daten für die Empfindlichkeit von einzelnen Thermoelementen und von Thermosäulen in Luft und Vakuum.

Bei Strahlungsmessungen mit Bolometer oder Thermosäule kann man nach Coblentz[31]) die Empfindlichkeit dadurch steigern, daß man zwei oder drei solche Empfangsorgane hintereinander anordnet. Man kann auch die zwei Bolometerzweige einer Brücke an den Lötstellen einer Thermosäule anbringen und den Thermostrom durch eine, den Brückenstrom durch die andere Wicklung einer Galvanometerspule leiten.

Instrumente für besondere Zwecke. J. C. Rutherford[32]) erörtert Fehlerquellen und Störungen, die bei der Anwendung von Kontakt-Voltmetern, insbesondere solchen, die mit einstellbarer Kompensationsspule für den jeweiligen Leistungsfaktor versehen sind, entstehen können.

Durch Vereinigung eines magnetelektrischen und eines elektrodynamischen Strommessers mit gemeinsamer Drehachse erhält man nach Wertheim-Salomonson[33]) ein Instrument mit parabolischer Skala, dessen Verwendungsmöglichkeiten allerdings von beschränktem Interesse sind.

Die Gen. El. Co.[34]), Schenectady, hat ein Differentialinstrument zur Ablesung der Temperatur von Wicklungen usw. an der Schalttafel ausgearbeitet. Ein System des Instruments ist dabei mit einem Manganinwiderstand, das andere mit einem in die Wicklung isoliert eingebetteten Kupferwiderstand in Reihe geschaltet.

In einer eingehenden Untersuchung über die möglichen Fehlerquellen bei Stromwandlern behandelt Wirz[35]) die Abhängigkeit der Fehler eines Strom-

wandlers von seinen Abmessungen bei Strom-, Frequenz-, Belastungs- und Kurvenformänderungen und weist an Hand von Rechnungen und experimentellen Untersuchungen nach, daß die Eisenverluste von ausschlaggebender Bedeutung sind. Je nachdem die Wirbelstrom- oder Hystereseverluste überwiegen, zeigen die Kurven des Übersetzungsverhältnisses und der Winkelabweichung einen verschiedenen Verlauf.

[1]) Wilhelm Jaeger, El. Meßtechnik. Theorie und Praxis der el. und magnetischen Messungen, Leipzig, A. Barth, 1917. — [2]) C. M. Smith, London, Macmillan & Co. 1917. — [3]) Chester L. Dawes, New York, John Wiby & Sons, 1917. — [4]) F. M. Farmer, New York 1917. — [5]) Z. Instrk. 1917, S 91. — ETZ 1917, S 456. — [6]) F. A. Wolff, M. P. Shoemaker u. C. A. Briggs, Bull. Bur. Stand. Stand. Bd 12, S 375. — [7]) A. Martineau, El. World Bd 70, S 111. — [8]) A. E. Moore, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 539, 576. — El. World Bd 70, S 310 (B). — [9]) G. Kapp, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 854. — El. World Bd 70, S 120. — [10]) W. V. Lyon, El. World Bd 69, S 968; El. Masch.-Bau 1917, Anh. S 286. — [11]) K. Trott, Helios Fachz. 1917, S 386, 393. — [12]) Helios Exportz. 1917, S 101. — [13]) Helios Exprtz. 1917, S 103. — [14]) Helios Exportz. 1917, S 121. — [15]) H. H. Lyon, El. World Bd 69, S 415. — [16]) M. Hartenheim, ETZ 1917, S 49, 65. — [17]) R. Slaby, ETZ 1917, S 127. — [18]) E. Lübcke, Arch. El. Bd 5, S 314. — [19]) E. Lübcke, Arch. El. Bd 6, S 161. — [20]) Veifa-Werke und Czermak, Helios Exportz. 1917, S 81. — [21]) A. Roth, Diss. Techn. Hochsch. Berlin 1917. — [22]) A. Palme, El. Masch.-Bau 1917, S 82. — [23]) F. Wenner, Bull. Bur. Stand. Bd 13, S 211. — [24]) W. W. Coblentz, Bull. Bur. Stand. Bd 13, S 423. — [25]) E. Weibel, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 738. — [26]) Schering u. Schmidt, Z. Instrk. 1917, S 100; 1918, S 1. — ETZ 1917, S 456. — [27]) E. Békefy, Z. Instrk. 1917, S 151. — [28]) R. Jaeger, Z. Instrk. 1917, S 5. — [29]) G. Hoffmann, Ann. Phys. R 4, Bd 52, S 665. — [30]) El. Masch.-Bau 1917, S 414. — [31]) W. W. Coblentz, J. Washington Acad. Bd 6, S 473. — [32]) J. C. Rutherford, Electr. (Ldn.) Bd 80, S 195. — [33]) J. K. A. Wertheim-Salomonson, Electr. (Ldn.) Bd 79 S 901. — [34]) Gen. El. Co., Electr. (Ldn.) Bd 79, S 706. — [35]) E. Wirz, Habilitationsschrift, Zürich 1917. — Arch. El. Bd 6, S 23.

Messung des Verbrauchs. Elektrizitätszähler.

Von Dr.-Ing. J. A. Möllinger.

Messungen, Theorie, Eichvorschriften. Das amerikanische Zählerkomitee berichtet über die Prüfung und Instandsetzung von Lagersteinen und Zapfen sowie über die Anforderungen, die an Maximumzeiger gestellt werden sollen[1]).

Bis Ende 1916 wurden 13 Zählersysteme als K-Zähler (siehe JB 1916, S 170) durch die Reichsanstalt vorläufig zugelassen. Sie unterscheiden sich von den Friedenszählern meist nur durch etwas größeren Widerstand der Stromspulen und etwas geringeres Drehmoment, arbeiten aber trotzdem völlig befriedigend. Sie besitzen meist Chromstahlmagnete, die sich gut bewährt haben[2]).

Das schweizerische Gesetz, betreffend die amtliche Prüfung der Zähler[3]), ist am 1. Januar 1918 in Kraft getreten. Die wichtigsten Bestimmungen sind die folgenden: Zähler und Meßwandler, nach denen Strom verrechnet wird, müssen amtlich geprüft werden. Voraussetzung hierfür ist eine Systemprüfung beim schweizerischen Amt für Maß und Gewicht, wobei die Fehler bestimmte Werte nicht überschreiten dürfen. Bei Stromwandlern darf die Belastbarkeit des sekundären Kreises nicht kleiner als 10 VA sein. Dabei darf das Übersetzungsverhältnis zwischen 10 und 100% des Nennstromes nicht mehr als 1% vom Sollwert abweichen. Die Phasenverschiebung zwischen primärem und sekundärem Strom darf 1° nicht überschreiten. Für Spannungswandler sind die entsprechenden Zahlen bzw. 30 VA für die Phase, 0,5% vom Sollwert, 20 min. Auch sind sowohl bei den Zählern als auch bei den Meßwandlern bestimmte Isolationsprüfungen vorgeschrieben. Bei der Prüfung der einzelnen für den Verkehr bestimmten Zähler und Meßwandler dürfen die Fehler den 1,5fachen Betrag aufweisen wie bei der Systemprüfung. Die Prüfung hat eine Gültigkeitsdauer von zehn

Jahren. Die Elektrizitätswerke sind berechtigt und sogar verpflichtet, während der Gültigkeitsdauer der Prüfung einfache Zwischenrevisionen und auch bestimmte Eingriffe vorzunehmen, ohne daß die Gültigkeitsdauer der Prüfung dadurch verkürzt wird. Für die bereits vor 1. Januar 1918 in Betrieb befindlichen Zähler sind Übergangsbestimmungen vorgesehen.

Bei den städt. Elektrizitätswerken Wien hat die Zahl der Elektrizitätszähler im Betriebsjahr 1915/16 um 5323 zugenommen und betrug dann 136134; 6836 Zähler wurden im Werk repariert und neu geeicht; ferner wurden 10920 Zähler in der Installation, 14243 Zähler im Werk geprüft[4]).

Gewecke[5]) schlägt vor, eine Scheidung in der Zählerfabrikation vorzunehmen, nämlich billige und weniger genaue Zähler für Kleinabnehmer und sehr genaue, teuere Zähler für Großabnehmer zu fabrizieren. Es müßten dann allerdings auch die gesetzlichen Anforderungen geändert werden. Für erstere Zähler sollten sie verringert, für letztere erhöht werden.

Gewecke[5]) empfiehlt für Kleinabnehmer den Gebührentarif, welcher wie der Pauschaltarif für die Werke den Vorteil bietet, daß ihnen eine bestimmte Einnahme gesichert ist, anderseits von dem Nachteil des Pauschaltarifs (Vergeudung, Übervorteilung der sparsamen Verbraucher zugunsten der Verschwender, Unmöglichkeit, den Strom für Bügeleisen usw. zu verwenden) frei ist.

Stubbings[6]) drückt den Fehler Δ als Funktion der Belastung durch Formeln aus (z. B. $\Delta = 2 - \frac{2}{J}$ für einen Amperestundenzähler für 2 A; J Verbrauchsstrom) und berechnet daraus den mittleren Fehler, der während einer Meßperiode auftritt, wenn die Belastung veränderlich ist.

Möllinger und v. Krukowski[7]) stellten folgenden Versuch an, um zu beweisen, daß die Angaben der Induktionszähler auch bei Belastungsstößen praktisch richtig sind: Die Stromspulen zweier gleicher Zähler Z_1, Z_2 sind, wenn ein Umschalter die mittlere Stellung einnimmt, unter sich parallel mit derjenigen eines dritten Zählers Z_3 in Reihe geschaltet. Z_1, Z_2 und Z_3 wurden vorher genau geeicht. Je nach der Stellung des Umschalters ist Z_1 oder Z_2 eingeschaltet. Bewegt man diesen rasch hin und her, so werden Z_1 und Z_2 abwechselnd eingeschaltet, also durch Stromstöße belastet, während Z_3 mit konstantem Strom belastet ist. Der Versuch zeigte, daß auch hierbei Z_1 und Z_2 zusammen denselben Verbrauch anzeigten wie Z_3, also richtig arbeiten.

Wenn man nach Dufour oder nach Kern[8]) bei einem Induktionszähler das Spannungstriebsystem wegläßt und das Stromtriebeisen mit einer Unsymmetrie versieht (z. B. die Hälfte des Poles durch eine Kupferplatte abschirmt), erhält man einen Zähler, dessen Drehzahl dem Quadrat des Verbrauchsstromes proportional ist („Amperequadratstundenzähler"). Schaltet man einen solchen Zähler in die sekundäre Leitung eines Transformators, so ist also die Angabe seines Zählwerkes der in der Wicklung des Transformators verloren gegangenen Arbeit $R \cdot J^2 t$ proportional. Schließt man außerdem an die sekundären Klemmen des Transformators einen Zeitzähler an und schaltet noch einen gewöhnlichen Wattstundenzähler in die sekundäre Leitung ein, so mißt der erste Zähler die im Kupfer, der zweite die im Eisen, der dritte die an den sekundären Kreis abgegebene Arbeit. Die Summe der drei Zähler stellt also die primär von dem Transformator aufgenommene Leistung dar. Diese läßt sich somit auf diese Art ohne hochspannungsseitige Messung ermitteln.

Statt des Zeitzählers kann man auch einen „Voltquadratstundenzähler" benutzen. Einen solchen erhält man z. B., wenn man an einem gewöhnlichen Induktionszähler das Stromtriebsystem wegläßt und das Spannungstriebsystem mit einer Unsymmetrie versieht. Er hat vor dem Zeitzähler den Vorzug, daß er auch bei schwankender Spannung die im Eisen des Transformators verloren gegangene Arbeit nahezu richtig anzeigt. Die drei Zähler können auch auf dasselbe Triebsystem wirken, das Zählwerk zeigt dann direkt die primäre Arbeit.

Schmiedel[9]) behandelt eingehend die Theorie der Motorzähler. Im Anschluß daran wird die Vorausberechnung und der Entwurf neuer Modelle durchgeführt, wobei eine gute Übereinstimmung der berechneten und der beobachteten Werte erreicht wird.

Möllinger[10]) behandelt in einfacher und physikalisch anschauender Weise die Wirkung der Motorzähler und Meßwandler, wobei auch auf die Einflüsse abnormaler Verhältnisse (abnormale Spannung, Frequenz, Temperatur, stoßweise Belastung) eingegangen wird. Außerdem wird die Eichung der Zähler und Untersuchung der Meßwandler besprochen.

Konstruktionen. Amtliche Systembeschreibungen erschienen von folgenden Apparaten: Doppeltarifzähler der AEG[11]): U K G, U E C p, U L B c, U L I c, U D c, U D U c. Die Uhr ist an den Apparaten angebaut.

Wechselstromzähler: EI, I, IV (Isaria[12]); GF (Aron[12]); W5 (SSW[13]), WZ 3 (Körting & Mathiesen[14]).

Meßwandler: Spannungswandler NE 21 der SSW[15]) (bis 15000 V, 40 bis 60 Per/s, 60 VA sek. Leistung).

Die Selbstverkäufer werden oft mit Einrichtungen versehen, welche die Zählermiete oder Grundgebühr mit einkassieren. Der Werkbeamte kuppelt z. B. bei der Entnahme des Geldes am Ende des Monats die Münztrommel von dem Differentialgetriebe ab (A E G[16]) oder schaltet einen Leergang zwischen diese beiden Elemente (S S W[17]). Nach Einwerfen einer der Miete oder Grundgebühr entsprechenden Münzenzahl durch den Abnehmer wird die Kuppelung wieder hergestellt bzw. der Leergang ausgeschaltet. Erst für die weiteren eingeworfenen Münzen wird Strom abgegeben.

Biermann[18]) schraubt behufs Einkassieren der Miete (Grundgebühr) auf den gewöhnlichen Selbstverkäufer eine zweite Kassiervorrichtung auf, welche dessen Einwurfschlitz zunächst verschlossen hält. Erst wenn in die aufgeschraubte Kassiervorrichtung die Miete eingezahlt ist, gibt diese den Einwurfschlitz des Selbstverkäufers frei, so daß der Abnehmer Strom beziehen kann. Dieselbe Kassiervorrichtung verwendet Biermann auch in Verbindung mit einem Schalter oder mit einem Strombegrenzer. Am Ende des Monats wird durch den Werkbeamten der Schalter ausgeschaltet bzw. der Begrenzer auf eine ganz kleine Stromstärke eingestellt, und der Abnehmer muß erst Geld einwerfen, ehe er Strom bzw. Strom von genügender Stärke entnehmen kann.

Es werden drei Zähler der British Westinghouse Co.[19]) beschrieben: 1. Der Maximumzeiger hat die bekannte Einrichtung: Zahnrad vom Zähler angetrieben, schiebt mittels Mitnehmer den Maximumzeiger vor, wird z. B. alle halbe Stunde einen Augenblick vom Zähler abgekuppelt und von einer Feder in die Nullage zurückgeschnellt, wobei der Maximumzeiger infolge von Reibung in der äußersten Stellung stehen bleibt. 2. Das „Printometer“ besteht aus einem Zähler mit Rollenzählwerk. Vor letzterem wird durch ein Uhrwerk ein Papierstreifen vorbeibewegt. In bestimmten Zeitintervallen, z. B. alle halbe Stunde, wird ein Elektromagnet erregt, drückt das Papier gegen die Rollen und druckt so deren Stand. Die Differenz zweier Stände, dividiert durch die dazwischenliegende Zeit, gibt die mittlere Belastung. Da die Zeitpunkte, in denen die einzelnen Drucke stattgefunden haben, bekannt sind, kann man eine vollständige Belastungskurve aufzeichnen. 3. Beim Spitzenzähler ist auf der Ankerachse eine Rolle angeordnet, durch welche mittels Fadens bei der Drehung ein Gewichtshebel angehoben wird. Der Zähler läuft erst an, wenn sein Drehmoment gleich dem vom Gewichtshebel ausgeübten ist, und seine Geschwindigkeit entspricht der Differenz der Drehmomente. Durch eine geeignete Vorrichtung ist dafür gesorgt, daß immer nach einer halben Umdrehung die Rolle von der Zählerachse abgekuppelt wird und in ihre Anfangslage zurückkehrt, von wo sie dann von neuem angetrieben wird. Beim Abkuppeln der Rolle tritt Reibung auf, welche die Messung beeinträchtigt; dafür ist der Apparat im Gegensatz zu Apparaten, bei welchen die Betriebsspannung zur Erzeugung des rückdrehenden Momentes benutzt wird, von dieser unabhängig.

Beim Maximumzeiger der Gen. El. Co.[20]) wird das Zahnrad durch ein Relais angetrieben, welches bei jeder Ankerumdrehung viermal erregt wird. Sollen die Maxima registriert werden, so wird der Mitnehmer mit einer Schreibvorrichtung versehen, welche auf einem von einem Uhrwerk bewegten Streifen schleift.

Kimball[21]) untersucht das Verhalten der Maximumzeiger bei schwankender Belastung. Er betrachtet dabei außer dem bekannten Maximumzeiger (siehe oben) einen „lagged demand meter", dessen Aufbau nicht angegeben ist; wahrscheinlich ist derselbe ähnlich DRP 274293 oder USP 1118444.

Um ein Abfallen der Lastkurve bei hoher Last zu vermeiden, verwenden die SSW[22]) bei Induktionszählern Stromeisen mit breitem Pol, Bláthy[23]) ein Stromeisen mit hochgesättigtem magnetischen Nebenschluß, wobei sowohl letzterer als auch der unverzweigte magnetische Kreis einen Luftspalt erhält.

Stosiek[24]) läßt, um den Zähler von Reibungsarbeit zu entlasten, eine Feder auf einen drehbaren Arm einwirken. Eine an letzterem angebrachte Klinke greift in ein Rad des Zählwerkes und sucht letzteres vorwärts zu drehen. Wenn sich der Arm, entsprechend der Umdrehungszahl des Zählers, um einen bestimmten Winkel gedreht hat, stößt er gegen einen Kontakt, erregt eine Spule und wird dadurch unter Spannen der Feder wieder in seine Anfangsstelle zurückgeschnellt, worauf sich dasselbe Spiel wiederholt.

J. Schmidt[25]) beschreibt sehr eingehend die am Markt befindlichen Amperestundenzähler einschließlich der Elektrolytzähler (Stia und Solar). Von den Stiazählern wird eine Form angeführt, welche zwei Kathoden mit je einer besonderen Meßröhre enthält. Den Kathoden sind verschieden große Widerstände vorgeschaltet, so daß die in beiden Röhren ausgeschiedenen Quecksilbermengen verschieden ausfallen; ein Teilstrich bei der einen Röhre bedeutet $^1/_{10}$ kWh, bei der andern 10 kWh. Beim Kippen des Apparates fließt nur das Quecksilber aus der sich schneller füllenden Röhre zur Anode zurück. Man hat also im einen Rohr eine sehr empfindliche Ablesung; das andere Rohr genügt für viele Jahre. Beim Stiabatteriezähler werden an denselben Nebenschluß zwei Meßzellen mit umgekehrter Polarität angeschlossen. Da die Spannungen am Nebenschluß auch bei den höchsten Belastungen kleiner als 0,5 V sind, wird nur diejenige Zelle vom Strom durchflossen, bei welcher das Quecksilber Anode und der Kohlentrichter Kathode ist. Auf diese Weise wird durch die eine der beiden Zellen die in die Batterie hineingeladene, durch die andere die aus dieser herausgenommenen Strommenge angezeigt.

Um die Stiazähler zu kontrollieren, soll es genügen, sich davon zu überzeugen, daß das Verhältnis des Gesamtstroms zum Strom in der Zelle unverändert geblieben ist; denn sobald an der Zelle Veränderungen vor sich gehen, soll sich dies in der Änderung ihres Widerstandes bemerkbar machen. Es werden die eingehenden Untersuchungen der Stiazähler durch Schöberl und Gudernatsch wiedergegeben: Der scheinbare Widerstand der elektrolytischen Zelle wurde dabei zu 2,9 Ω, der Vorschaltwiderstand vor der Zelle bei dem einen Zähler (Hausstia) zu 15,4 Ω, beim andern (Unterstia) zu 29,2 Ω gefunden. Beide Zähler, welche für 10 A waren, hatten einen Spannungsabfall bei Nennstrom von je 0,4 V. Kurzschlüsse und starke Überlastungen, große Temperaturänderungen erwiesen sich als unschädlich. Dagegen fiel, wenn man die Zähler durch vertikale Stöße erschütterte, Quecksilber von der Anode in die Röhre hinab. Die Apparate müssen also an ruhigen Wänden aufgehängt werden.

Eine Schutzfunkenstrecke für Wechselstromzähler[26]) kann in der Weise hergestellt werden, daß man in ein Röhrchen aus Isolationsmaterial eine Messingelektrode und eine Silitelektrode von hohem Widerstand einschiebt, den Abstand der beiden durch ein dazwischengelegtes Glasstäbchen sichert und das Ganze in den Polkasten des Zählers einbaut. Die beiden Elektroden werden mittels Federn mit den Spannungsklemmen verbunden.

J. Schmidt[27]) beschreibt sehr eingehend die marktgängigen Doppeltarifzähler für Zeit-, Hand-, Relais-Doppeltarif sowie die Umschalteuhren (auch solche mit automatischer Verstellung der Schaltzeiten).

Tarife und Tarifapparate. Laudien[28]) ermittelt die Benutzungsstunden nicht wie beim Halleschen Tarif durch einen Zeitzähler, sondern durch einen eigenartigen „Benutzungsstundenzähler", dessen Geschwindigkeit nicht konstant ist, sondern von der Belastung der Anlage abhängt. Trägt man — bei demselben Verbrauch — die verschiedenen Belastungen als Abszissen auf, so erhält man eine Hyperbel, wenn man als Ordinaten die wirklichen Benutzungszeiten, dagegen eine diese Hyperbel berührende Gerade, wenn man die Laudienschen „Benutzungsstunden" als Ordinaten aufträgt. Es wird der Apparat zur Messung der „Benutzungsstunden" beschrieben und die Eigenschaften des sich darauf gründenden Tarifs an Beispielen gezeigt.

Laudien[29]) behandelt einen neuen Spitzenzähler und die sich darauf aufbauenden Tarife.

Martenet[30]) legt behufs Verrechnung des Verbrauchs zu verschiedenem Preis zu verschiedenen Zeiten den Spannungskreis des Zählers an eine besondere Leitung, welche in der Zentrale z. B. während der Abendstunden immer, während des Tages in jeder Minute nur 30 s an Spannung liegt. Die Spannungsspule kann durch eine besondere Vorrichtung selbsttätig auf solche Zeiten eingeschaltet werden, daß der Strom mit einem der Tageskurve des Werkes entsprechenden Preis in Rechnung gestellt wird.

Die Firma Schöller[31]) bildet einen kleinen Transformator, der zur Speisung einer kleinen Anlage dient, gleichzeitig als Strombegrenzer aus: Ein Eisenanker wird durch einen kleinen, vom sekundären Strom erregten Elektromagnet bei Überschreitung einer bestimmten Belastung angezogen und bildet dann einen magnetischen Nebenschluß zu dem die primäre Spule durchsetzenden Feld; infolge starker Streuung wird der sekundäre Strom geschwächt.

Die SSW können den Quecksilber-Strombegrenzer (mit Quecksilber gefüllte Röhre, in der ein von einer Spule beeinflußter Eisenkern schwimmt) durch Kombination mit einem Relais, welches zwei Anker besitzt, so einrichten, daß bei geringer Überschreitung ein Flackern des Lichts, bei starker Überlastung eine dauernde Unterbrechung eintritt.

Siegel[32]) behandelt sehr eingehend alle die Selbstkosten der elektrischen Arbeit und die Tarifierung betreffenden Fragen.

Kollmann[33]) tritt, wie vielfach schon von anderer Seite geschehen, dafür ein, daß die abgegebene elektrische Arbeit unbedingt gemessen wird. Als Grund wird die Vergeudung volkswirtschaftlicher Werte — in diesem Falle Kohle — angeführt. Er berechnet die Vergeudung durch die Pauschalabgabe an Strom innerhalb Deutschlands für das Jahr auf 60 Mill. kWh gleich mindestens 60000 t Kohle.

Es wird berichtet[34]) über die Maßnahmen verschiedener Werke in Amerika zur Entdeckung und Verhinderung von Stromdiebstahl.

[1]) El. World Bd 69, S 901. — [2]) Z. Instrk. 1917, S 93. — [3]) Bull. Schweiz. EV 1917, S 24. — A. Filliol, S 56. — [4]) El. Masch.-Bau 1917, S 446. — [5]) H. Gewecke, ETZ 1917, S 326. — [6]) G. W. Stubbings, El. Rev. (Ldn.) Bd 81, S 4. — [7]) J. A. Möllinger u. W. v. Krukowski, ETZ 1917, S 332. — [8]) Dufour, El. Rev. (Ldn.) Bd 81, S 270. — Kern, DRP 298740. — [9]) Schmiedel, Wirkungsweise und Entwurf der Motorelektrizitätszähler. Stuttgart 1916. Encke Bespr.: ETZ 1917, S 612. — [10]) Möllinger, Wirkungsweise der Motorzähler und Meßwandler. Berlin 1917, Jul. Springer. Bespr.: ETZ 1917, S 612. — [11]) ETZ 1917, S 387. — [12]) ETZ 1917, S 23, 387. — [13]) ETZ 1917, S 39. — [14]) ETZ 1917, S 399. — [15]) ETZ 1917, S 320. — [16]) AEG, DRP 301519. — [17]) SSW, DRP 302106. — [18]) F. Biermann, ETZ 1917, S 203, 339. — [19]) British Westinghouse Co, El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 191, 222. — [20]) Electr. (Ldn.) Bd 79, S 183. — [21]) Kimball, El. World Bd 69, S 1011. — [22]) SSW, DRP 295665. — [23]) Bláthy, DRP 297248. — [24]) C. Stosiek, ETZ 1917, S 272. — [25]) J. Schmidt, Helios Fachz. 1917, S 137, 145, 153, 265, 273, 281, 370, 377. — [26]) El. Anz. 1917, S 88. — [27]) J. Schmidt, El. Anz. 1917, S 81, 97, 117, 141, 161, 190, 217, 237, 249, 415, 425, 443, 463. — [28]) Laudien, Ein neues Benutzungsstunden-Zählverfahren. Berlin 1917, J. Springer. — [29]) K. Laudien, Helios

Fachz. 1917, S 225. — [30]) L. Martenet, Bull. Schweiz. EV 1917, S 65. — [31]) El. Anz. 1917, S 51. — [32]) Siegel, Der Verkauf elektrischer Arbeit. Berlin 1917, J. Springer. Bespr.: ETZ 1917, S 591, — [33]) Kollmann, Frankfurter Ztg. 1916. Nr 358 v 28. Dez., S 2. — [34]) El. World Bd 69, S 1004.

Elektrische Messungen und Meßverfahren, Hilfsmittel für Messungen.

Von Prof. Dr. Herbert Hausrath.

Leitfähigkeit. Die Erwägung, daß von den für Präzisionsmessungen dienenden Legierungen die Kupfer-Nickellegierungen den kleinsten Temperaturkoeffizienten aber hohe Thermokraft, das manganhaltige Manganin dagegen kleine Thermokraft besitzt, veranlaßte Gray[1]), systematische Versuche mit manganhaltigen Kupfer-Nickellegierungen anzustellen. Es ergab sich, daß eine Legierung von annähernd 55 Cu, 45 Ni, 15 Mn den spezifischen Widerstand 70 $\mu\,\Omega \cdot$ cm und den Temperaturkoeffizienten 0 bei 20° besitzt. — Zur Messung des Widerstands von geschmolzenem Metall bis zu 1700° C verwenden Northrup und Sherwood[2]) eine Tauchelektroden-Vorrichtung. Um die Messung mit der Thomsonschen Brücke, und zwar, um die Thermoeffekte unschädlich zu machen, mit Wechselstrom ausführen zu können, sind an einem Steinblock vier Quarz- oder Porzellanröhren für Strom- und Potentialleitungen, jede eine Wolfram- oder Molybdänelektrode enthaltend, befestigt. Die Widerstandskapazität wird in Quecksilber bestimmt. Die Messungen wurden an Bi-Sn-Legierungen durchgeführt, als Nullinstrument ein besonders geeignetes Eisenschluß-Elektrodynamometer verwendet, dessen Feldwicklung vom unverzweigten Hauptstrom durchflossen war.

Branly[3]) untersuchte den Widerstand von dünnen Glimmerscheiben, die mit verschieden großem Druck zwischen Metallscheiben aneinander gepreßt wurden. Unter etwa 3 μ Dicke kommt ein Stromdurchgang schon bei 3 μV Spannung zustande. Bei größerer Dicke ist zunehmender Druck und Spannung erforderlich. Kleine Poren dürften die Ursache des fritterartigen Verhaltens sein.

Widerstandskonstruktionen. Ein von Moore[4]) vorgeschlagener „induktionsloser Normalwiderstand“ stellt gegen die bekannte Anordnung, bei der Widerstandsbänder in einer Zylinderfläche einander parallel ausgespannt sind, keinen Fortschritt dar, da die Drähte oder Bänder bei ihm den zylindrischen Raum fast ausfüllen. — Kasson[5]) beschreibt unter andern Prüfapparaten der Boston Edison Co. Belastungswiderstände von der Form der Schniewindtwiderstände, bei denen die einzelnen Elemente zum Gebrauch auseinander- und zum Transport eng zusammengeklappt werden.

Widerstandsmessung mit Gleichstrom. Eine von Drysdale[6]) angegebene Universalbrücke zur Eichung von Normalwiderständen unterscheidet sich von der bekannten Doppelbrücke der Reichsanstalt dadurch, daß den in den Dosen der Verzweigungswiderstände zwischengeschalteten Interpolationswiderständen zwei einander parallele Meßdrähte nebengeschaltet sind. Diese und der Interpolationswiderstand sind so abgeglichen, daß der Meßbereich des stärkeren Meßdrahts 0,5%, des feineren, mit beiderseitigen Vorschaltwiderständen ausgerüsteten 0,025% eines Verzweigungswiderstands beträgt. Eine weitere Neuerung besteht in der Anwendung der Rayleighschen Kombination von Widerständen, die im Verhältnis 1 : 3 stehen und derart angeordnet und durch amalgamierte Laschenvorrichtungen geschaltet werden können, daß zwischen den Endklötzen der Vorrichtung alle Einheiten von 1 bis 11 und bei Abzweigung von Zwischenklötzen die Verhältnisse 1 : 1 bis 4 : 1 sowie 10 : 1 hergestellt werden können. Auch bei diesen Verhältnissen kann eine praktisch hinreichend genau zeigende Meßdrahtablesung angebracht werden. — In ihrer Veröffentlichung über die Quecksilber-Widerstandsnormale des B. of Stand., Wash., geben Wolff, Shoemaker und Briggs[7]) ein bei der Messung mit diesen verwendetes

Verfahren an, um den Einfluß von Verbindungswiderständen in der Wheatstoneschen und Thomsonschen Brücke zu eliminieren. — Kuhn[8]) führt die Thomsonsche Brücke in der Weise auf die Wheatstonesche zurück, daß er den Äquipotentialpunkt des Verbindungszweigs im Hauptstromkreis durch einen Leiter mit dem an den Hilfszweigen liegenden Anschlußpunkt des Galvanometerzweigs verbunden und die beiden Zweige auf jeder Seite dieser Verbindung in je einen zusammengelegt denkt.

Ondracek[9]) sucht die Frage zu beantworten, welche Genauigkeit der Widerstandsmessung in der Wheatstoneschen Brücke mit einem gegebenen Galvanometer zu erreichen ist, wobei insbesondere die Meßbedingungen für gegebenen Fehler, der mit bestimmter Genauigkeit meßbare größte Widerstand und die Grenzen der Interpolation behandelt werden. Die Resultate sind für Drehspulengalvanometer nicht ohne weiteres verwendbar, da die Gebundenheit dieser Instrumente an den Schließungswiderstand, der den Grenzfall der aperiodischen Dämpfung ergibt, nicht berücksichtigt wird.

Vom Bur. of Stand.[10]) ausgearbeitete Brückenanordnungen für Widerstandsthermometrie sind in den untersten, die Stufen von 1, 10 und 100 mΩ darstellenden Dekaden aus je einem festen Widerstand mit nebengeschlossenem Kurbelwiderstand gebildet, um bei dem zu erstrebenden kleinen Gesamtwiderstand den Einfluß der Kontaktwiderstände und Thermokräfte zu verringern. Mit dem für genannte Messungen bestimmten, von O. Wolff hergestellten Apparat lassen sich Widerstände bis zu 10 Ω auf 1—2 $\mu\Omega$ genau messen. Eingehend wird die Verwendung der Brücken mit verschiedenen Typen von Widerstandsthermometern, auch solchen mit Potentialabzweigungen, beschrieben.

De Wette[11]) beschreibt eine praktische Brückenanordnung zur Kontrolle einheitlicher Widerstände in der Wickelei. — Raus[12]) weist darauf hin, daß die sehr praktische Methode von Guzmann zur Kalibrierung von Meßdrähten mittels fest zusammengebauter Widerstände statt wie die ihr zugrunde liegende Methode von Strouhal und Barus mit Einzelwiderständen, die durch Quecksilbernäpfe aneinandergereiht sind, ausgeführt werden kann. — Zur Messung von Widerständen im menschlichen Körper wird von Nixdorf[13]) an Stelle des Meßdrahts einer Wheatstoneschen Brücke eine Flüssigkeitsrinne empfohlen, die aus einem an beiden Enden geschlossenen und oben schlitzartig geöffneten Glasrohr mit Zinksulfatfüllung und Zinkelektroden besteht.

Kapazität und Induktivität. Über die Berechnung und Messung von Kapazitäten und Induktivitäten erschien eine 137 S starke Schrift von Nottage[14]). — Nach dem DRP 291606 von E. v. Lepel[15]) werden Luftkondensatoren mit gleichmäßigen und kleinen Scheibenabständen dadurch erhalten, daß man sie durch nur einseitig anliegende Lehren in einseitig richtig bestimmten Abstand bringt und dann an geeigneten Stellen durch Gußmasse ausfüllt. — Ein von Pflüger[16]) angegebener veränderbarer Kondensator für kleine Spannungen und Kapazitäten besteht aus zwei um eine Kante aufklappbaren Glasplatten. An der Kante sind die Belegungen durch einen Glimmerstreifen isoliert. Der Winkel ist durch Stellschraube regulierbar. Mit versilberten Spiegelglasplatten wird bei feinster Einstellung 0,004 μ F/dm^2 erreicht.

Nach DRP 292027 der Ges. f. drahtlose Telegraphie[17]) wird ein Variometer aus zwei Systemen von Wicklungsscheiben hergestellt, die auf je einer Achse in Abständen so aufgereiht sind, daß das eine System gerade in das andere eingeschoben werden kann. Indem die Systeme gegensinnig gewickelt sind, ergibt sich die kleinste Induktivität, wenn die Systeme so weit ineinander gedreht werden, daß die Achsen zusammenfallen.

Wechselstrom-Brückenmessungen. In der Thomsonschen Brücke kann nach Déguisne[18]) durch Anwendung eines Variometers für gegenseitige Induktion die Bestimmung kleiner Phasenverschiebungen auch bei Niederfrequenz durchgeführt werden. Dabei wird die Primärspule in die Verbindung der beiden zu vergleichenden Wechselstrom-Widerstände im Hauptkreis, die Sekundärspule in den Galvanometerzweig geschaltet. Das auch für die weiter unten

genannte Kompensationsmethode verwendete, durch äußere Wechselfelder unbeeinflußte Variometer gibt das in den Gleichungen auftretende Verhältnis der induzierten Sekundärspannung zum Primärstrom an. Es wird von H & B unter dem Namen Phasenschlitten in den Handel gebracht werden.

Nachdem für die in der P T R ausgearbeitete Methode zur Prüfung von Spannungswandlern die Herstellung und Verwendung von Starkstrom-Meßwiderständen mit sehr kleiner Induktivität in der Technik begonnen hat, lag ein Bedürfnis zur Ausbildung eines praktisch bequem ausführbaren Verfahrens zur Prüfung solcher Normalwiderstände vor. In vollkommener Weise ist dieses Ziel durch die von Schering[19]) ausgearbeitete Methode mittels einer Doppelbrücken-Anordnung erreicht worden. Die entwickelte Theorie führt zu zwei Ausführungsverfahren. Bei dem ersten wird völlige Gleichheit der gegenüberstehenden Verzweigungen hergestellt, bei dem zweiten wird eine Unsymmetrie zugelassen und durch eine Hilfsmessung korrigiert. Die Phasenabgleichung erfordert im ersten Fall zwei identische, im zweiten nur einen variabeln Kondensator von 1 μ F mit Stufen von 0,001 μ F. Die Verzweigungswiderstände selbst sind zur Erzielung identischer Zeitkonstanten aus zwei Paaren von geradlinig gespannten Drahtschleifen gebildet, von denen das eine Paar durch eine verschiebbare Klemmvorrichtung zwischen der 1- und 10fachen Länge des andern variiert werden kann. Selbst bei Widerständen von nur 0,0005 Ω ergibt sich, wie die mitgeteilten Messungsbeispiele zeigen, eine innere Übereinstimmung der gemessenen Zeitkonstanten auf 10^{-7} s, d. h. der Phasenwinkel bei 50 Per/s auf 0,1 min.

Das Verfahren, durch geeignete Mittel der Phasenverschiebung den Ausschlag eines Nullinstruments in der Wechselstrombrücke entweder gegen Variationen des Widerstands oder der Induktivität bzw. Kapazität eines Zweigs unempfindlich zu machen (vgl. JB 1913, S 199), kommt allmählich in Aufnahme. Nach Weibel[20]) eignet sich hierfür besonders ein Drehspulengalvanometer mit einem durch Wechselstrom von einstellbarer Phase erregten Magnetfeld. Nach Parnell[21]) kann zur Phasenverschiebung in Anlehnung an das bekannte Verfahren von Sharp und Crawford ein Doppelkommutator (Sekohmmeter) mit Bürstenverstellvorrichtung verwendet werden. Sind die Bürsten so gestellt, daß bei direkter Einschaltung des Galvanometers kein Ausschlag entsteht, so wird der Ausschlag nur vom Blindwiderstand abhängig.

Hund[22]) behandelt ausführlicher die Anwendung der früher (JB 1913, S 199) besprochenen Differentialmethode zur Messung von Induktivitäten.

Verschiedene Wechselstrom-Meßmethoden. Déguisne[23]) gibt Hilfsmittel und Schaltungen zur praktischen Ausführung des Kompensationsverfahrens für Wechselstrom, das die neuen hochempfindlichen Vibrationsgalvanometer auch für technische Frequenzen nutzbar machen. Neben der Larsenschen Schaltung, die ein Variometer für gegenseitige Induktion verwendet, schlägt er für kleine Phasenverschiebungen vor, den bei der Schaltung von Schering und Alberti verwendeten Drehkondensator durch einen festen zu ersetzen, der von einem konstanten mittels Schleifkontakten abzweigbar ist, oder dem ein veränderbarer Widerstand in der Abzweigung von einem festen vorgeschaltet ist. Einem zu messenden Apparat mit größerer Phasenverschiebung wird ein Widerstand W vorgeschaltet, dem ein veränderbarer Widerstand in Reihe mit einem festen Kondensator vorgeschaltet ist. Das Vibrationsgalvanometer liegt einerseits zwischen den beiden letzteren, anderseits am Schleifkontakt eines Meßspannungsteilers, der selbst von der Hälfte des Widerstands W zur Endklemme des Apparats übergreift. Der Vergleich der Spannungen nach Amplitude und Phase zwischen verschiedenen Teilen eines elektrischen Systems, also z. B. die Untersuchung von Meßtransformatoren ist nach dieser Schaltung nicht durchführbar.

Von vier Verfahren, die Kennelly, Achard und Dana[24]) zur Messung des effektiven Widerstands und der effektiven Induktivität von Stahlschienen bei den Periodenzahlen 25, 45 und 60 versuchten, werden als brauchbar nur

die Messung der Wirk- und Blindspannung einer Schienenlänge mit der Kompensationsmethode und mit dem Sumpnerschen Elektrodynamometer empfohlen.

Zur Messung der Ableitung bei Telephonkabeln oder -Isolatoren verwendet Gáti[25]) eine Substitutionsmethode mit Resonanzeinstellung. An einen Barretter wird zunächst die Tonfrequenzmaschine mit dem zu untersuchenden Kabel und einem Induktionsvariometer in Reihe angelegt und mit letzterem auf Resonanzausschlag am Galvanometer der Barretter-Hilfsschaltung eingestellt. Dann wird das Kabel gegen einen Luftkondensator mit vorgeschaltetem Widerstand vertauscht und mit ersterem bei gleichbleibender Variometereinstellung auf Resonanz, mit letzterem auf gleichbleibenden Resonanzausschlag eingestellt. Die von Béla Gáti hier wie früher verwendete Differentialschaltung besteht aus zwei möglichst gleichen Barretterkreisen mit je einem Akkumulator. Der Ausschlag des zwischen den Barrettern und dem Gleitkontakt eines die beiden Zweige verbindenden Schieberwiderstands liegenden Galvanometers wird bei stromloser Wechselstromquelle kompensiert. Einer Brückenanordnung ist diese Schaltung nur in dem Fall vorzuziehen, daß in den beiden Zweigen für die Einstellung des Barretterhilfsstroms kein größerer als der Barretterwiderstand erforderlich ist.

Gelegentlich einer Untersuchung über die Dielektrizitätskonstante fester Körper im Gebiet der Hertzschen Wellen führte R. Jaeger[26]) Kapazitätsmessungen nach verschiedenen Methoden mit Frequenzen zwischen 10^5 und $3 \cdot 10^7$ Per/s aus. Es ergab sich, daß aus Messungen mit Plattenkondensatoren, die aus dem plattenförmigen Dielektrikum mit aufgeklebten folienhaften Elektroden bestehen, unter Berücksichtigung der Erdkapazität angenähert richtige und mit der „Plattenverschiebungsmethode“ gut übereinstimmende Werte für die Dielektrizitätskonstante gewonnen werden können.

Der **Hochfrequenzverlust** induktiver und möglichst induktionsfreier Litzenspulen wurde von Northrup und Thompson[27]) durch bolometrische Messung der von ihnen in nicht versilberten Dewarschen Flaschen mit Ölfüllung erzeugten Wärme gemessen. Die Ergebnisse scheinen denen der bekannten theoretischen und experimentellen Arbeiten der Reichsanstalt zu entsprechen.

Ballistische Methoden. Jaquerod[28]) erhöht die Empfindlichkeit der auf Ladungsneutralisation beruhenden bekannten ballistischen Nullmethode zum Vergleich zweier Kapazitäten durch die Maßnahme, daß der dabei verwendete Umschalter an einer elektromagnetisch betriebenen Stimmgabel angebracht ist.

John[29]) beschreibt einen für Kapazitätsmessungen bestimmten, elektromagnetisch betriebenen Stimmgabelumschalter mit Platinkontakten, durch den Platte und Schutzring abwechselnd an die Ladespannung und durch ein Galvanometer bzw. direkt an Erde gelegt werden.

Verfahren zur Prüfung von Meßtransformatoren. Die von Schering und Alberti[30]) an der Reichsanstalt ausgearbeiteten Methoden zur Prüfung von Stromwandlern wurden so ausgestaltet, daß bei beliebigem Übersetzungsverhältnis sowohl dessen Korrektur als auch der Phasenfehler unmittelbar abgelesen werden kann. Eine entsprechende Methode wurde für die Untersuchung von Spannungswandlern ausgebildet.

Nach Agnew[31]) kann die Differenz des Übersetzungsverhältnisses und des Phasenfehlers zweier Spannungs- oder Stromtransformatoren vom gleichen Meßbereich mittels neuerer Induktionszähler auf 0,03% bzw. 2 min genau bestimmt werden. Die Spannungstransformatoren werden auf die Spannungswicklungen zweier möglichst identischer Zähler geschaltet, deren in Reihe geschaltete Stromspulen von einem Hilfsstrom durchflossen sind. Je nachdem das Übersetzungsverhältnis oder der Phasenwinkel zu bestimmen ist, erteilt man dem Hilfsstrom keine oder eine größere Phasenverschiebung gegen die Spannung. Entsprechend werden zur Prüfung von Stromtransformatoren ihre Sekundärspulen an die Stromspulen der Zähler gelegt, während die Primärspulen in Reihe und die Spannungsspulen der Zähler einander parallelge-

schaltet sind. Zur Ausgleichung der Zählerfehler werden die Beobachtungen bei vertauschten Zählern wiederholt.

Um kleine Phasenwinkel zu messen, wie z. B. die zwischen dem Primär- und Sekundärstrom von Stromtransformatoren, macht Moore[32]) den wohl nicht neuen Vorschlag, einen stark phasenverschobenen Hilfsstrom durch die Drehspulen, die zu untersuchenden Ströme durch die Stromspulen zweier elektrodynamischer Meßinstrumente zu schicken oder umgekehrt.

Eine von Makower und Wust[33]) angegebene Methode zur Bestimmung des Phasenwinkels von Stromwandlern erfordert einen Doppelgenerator nach Franke o. dgl. und zwei Wattmeter. Die Messungen werden an einer Kombination von zwei gleichen, einander entgegengeschalteten Stromwandlern von gleichem Meßbereich ausgeführt, so daß zwei direkt vergleichbare Strommesser von gleichem Meßbereich, der eine direkt, der andere über die Transformatoren an eine Maschine angeschlossen werden können. Die Spannungsspulen sind an die zweite Maschine angelegt. Aus zwei Wattmeterablesungen, die zu zwei bekannten Phasenverschiebungen zwischen dem Strom der einen und der Spannung der andern Maschine gehören, läßt sich das Übersetzungsverhältnis und der Phasenwinkel der Kombination und hiermit — abgesehen von dem nicht berücksichtigten Einfluß der von der Gebrauchserhaltung abweichenden Betriebsweise — auch die der einzelnen Stromwandler berechnen. Da dieses Verfahren aber naturgemäß mühsam und ungenau ist, wird vorgezogen, unter Verzicht auf die Messung des Übersetzungsverhältnisses nur den Phasenfehler aus der mit Spiegelablesung gemessenen Drehung des Rotors eines den Doppelgenerator ersetzenden Phasenschiebers zu bestimmen, die erforderlich ist, um einmal das eine, dann das andere Voltmeter auf Null zu bringen. Einwandfreie Resultate erfordern wohl noch eine Vertauschung der Wattmeter.

Meßbatterien. Veranlaßt durch den Mangel an Materialien, insbesondere geeigneten Gläsern für kleine Hochspannungsbatterien macht Horton[34]) Vorschläge zum Zusammenbau von Trockenbatterien.

[1]) G. L. Gray, Elchem. Z. Bd 23, S 171; Bd 24, S 27, 51, 78. — Chem. Zentralbl. 1918, S 6. — [2]) E. F. Northrup u. R. G. Sherwood, Electr. (Ldn.) Bd 78, S 762. — J. Franklin Inst. Bd 182, S 477. — [3]) E. Branly, Compt. Rend. Bd 165, S 450. — [4]) A. E. Moore, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 577. — [5]) C. L. Kasson, El. World Bd 70, S 252. — [6]) C. V. Drysdale, Electr. (Ldn.) Bd 78, S 416, 441, 478. — [7]) F. A. Wolff, M. P. Shoemaker und C. A. Briggs, Bull. Bur. Stand. Bd 12, S 375. — [8]) J. Kuhn, El. Masch.-Bau 1917, S 83. — [9]) J. Ondracek, El. Masch.-Bau 1917, S 309. — [10]) E. F. Mueller, Scient. Pap. Bur. Stand. Nr 288. — Bull. Bur Stand. Bd 13, S 547. — Electr. (Ldn.) Bd 79, S 64. — [11]) O. de Wette, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 393. — [12]) F. Raus, Z. Elchemie Bd 23, S 269. — [13]) Nixdorf, El. Masch.-Bau 1917, S 558. — [14]) W. H. Nottage, London, The Wirelin Press Ltd. 1917. — [15]) Helios Exportz. 1917, S 65. — [16]) A. Pflüger, Phys. Z. 1917, S 13. — [17]) El. Masch.-Bau 1917, S 416. — [18]) C. Déguisne, Arch. El. Bd 5, S 375. — [19]) H. Schering, ETZ 1917, S 421, 436, 456. — Z. Instrk. 1917, S 100. — [20]) E. Weibel, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 738. — [21]) T. Parnell, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 514, 771. — El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 664. — [22]) A. Hund, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 817. — [23]) C. Déguisne, Arch. El. Bd 5, S 303. — [24]) A. E. Kennelly, F. H. Achard u. A. S. Dana, J. Franklin Inst. Bd 182, S 135. — El. World Bd 69, S 852. — Electr. (Ldn.) Bd 79, S 692. — El. Kraftbetr. 1917, S 301. — [25]) B. Gáti, El. Masch.-Bau 1917, S 149. — [26]) Robert Jaeger, Ann. Phys. R 4, Bd 53, S 409. — Dissert. Berlin 1917. — [27]) E. F. Northrup und R. G. Thompson, J. Franklin Inst. Juli 1916. — ETZ 1918, S 49. — [28]) A. Jaquerod, Arch. sc. phys. et nat. Bd 44, S 62. — [29]) W. John, Dissertation Leipzig 1916. — [30]) Schering u. Alberti, Z. Instrk. 1917, S 98. — [31]) P. G. Agnew, Bull. Bur. Stand. Bd 11, S 347. — Z. Instrk. 1917, S 81 (B). — [32]) A. E. Moore, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 578. — [33]) A. J. Makower u. A. Wust, El. World Bd 70, S 358 (B). — [34]) F. Horton, Electr. (Ldn.) Bd 80, S 83.

XIV. Magnetismus.

Von Geh. Regierungsrat Prof. Dr. E. Gumlich.

Theorie des Magnetismus. Die Amperesche Hypothese, daß die magnetischen Erscheinungen auf der Wirkung von elektrischen Molekularströmen beruhen, welche nach neueren Annahmen durch die um die einzelnen Eisenmoleküle mit großer Geschwindigkeit kreisenden Elektronen zustandekommen, hat bekanntlich in den letzten Jahren durch die Versuche von Barnett (vgl. JB 1915, S 197) und von Einstein und de Haas (vgl. JB 1916, S 179) eine starke Stütze gewonnen, insofern als der Nachweis gelungen ist, daß ein Eisenstab durch bloße Drehung um seine Achse magnetisch wird und umgekehrt bei seiner Magnetisierung in der Achsenrichtung eine Drehung um diese Achse auszuführen strebt. Gust. Jaeger[1]) hat versucht, in einem populär gehaltenen Aufsatz an der Hand einer Anzahl von Beispielen aus der Theorie des Kreisels das Verständnis für diesen etwas schwierigen Gegenstand zu erleichtern

Schon früher (vgl. JB 1915, S 198) hatte Ashworth darauf hingewiesen, daß man eine Analogie zwischen den magnetischen Beziehungen von Feldstärke $\mathfrak{H}$, Magnetisierungsintensität J und absoluter Temperatur T einerseits und den Beziehungen von Druck, Dichte und Temperatur bei den Gasen anderseits durch eine der van der Waalsschen entsprechende Gleichung $(\mathfrak{H} + \mathfrak{H}_i)\left(\frac{1}{J} + \frac{1}{J_0}\right) = R'T$ darstellen kann. Hierbei entspricht der Dichte der Gase die Magnetisierungsintensität J, dem Druck die Feldstärke $\mathfrak{H}$, dem inneren Druck die sog. innere Feldstärke $\mathfrak{H}_i = a' J^2$ (a' = Konst), während J_0 den Sättigungswert bei der Temperatur T bezeichnet und R' das Reziproke der Curieschen Konstante A, für welche die Beziehung gilt $\chi(T - T_0) = A$ (χ = spezifische Suszeptibilität, T_0 = Umwandlungstemperatur). Daß sich diese Gleichung zur Darstellung des Einflusses der Temperatur auf die magnetischen Eigenschaften ferromagnetischer Körper gut eignet, hatte der Verf. bereits früher nachgewiesen; in einer neuen Abhandlung[2]) zeigt er nun, daß man auch beim Magnetismus eine kritische Temperatur T_c, eine kritische Intensität J_c und eine kritische Feldstärke $\mathfrak{H}_c$ definieren kann, nach deren Einführung die obige Gleichung im großen und ganzen den Verlauf der Hystereseschleife richtig wiedergibt, wenn sie auch natürlich noch nicht allen Einzelheiten der verwickelten Magnetisierungsvorgänge gerecht werden kann. Die Ergebnisse stehen in guter Übereinstimmung mit denjenigen der Weißschen kinetischen Theorie.

Thermomagnetische Eigenschaften der Stoffe. Nach P. Weiß soll auch für die ferromagnetischen Körper oberhalb der Temperatur T_0 des magnetischen Umwandlungspunkts das ursprünglich für paramagnetische Stoffe von Curie aufgestellte Gesetz in der Form $\chi(T - T_0)$ = Konst. gelten, worin χ die spezifische Suszeptibilität und T die absolute Temperatur bedeutet. Die von Weiß selbst experimentell geprüfte Gültigkeit dieses Gesetzes ist eine Hauptstütze seiner bekannten Magnetonentheorie, die allerdings in neuerer Zeit erheblichen Zweifeln begegnet. Terry[3]) hat sich daher der dankenswerten Aufgabe unterzogen, die Suszeptibilität von Eisen, Nickel und Kobalt oberhalb des magnetischen Umwandlungspunktes bis hinauf zur Schmelztemperatur nach der bekannten Faradayschen Drehwagenmethode, welche χ aus der Kraft abzuleiten gestattet, mit der ein Körper von bekannter Masse in ein ungleichförmiges starkes Feld $\mathfrak{H}$ hineingezogen wird, von neuem möglichst genau experimentell zu bestimmen. Er findet, daß das Weißsche Gesetz so wenig Gültigkeit hat, daß der Bestimmung der Magnetonenzahl aus der Curieschen Konstanten nach Weiß jeder Boden entzogen ist.

Die oben erwähnte Drehwagenmethode benutzte auch Marke[4]) zur Bestimmung des Temperaturkoeffizienten der Suszeptibilität von reinem Wasser, der bisher noch nicht einmal dem Vorzeichen nach sichergestellt war, aber insofern eine erhebliche Bedeutung besitzt, als das Wasser ja zumeist als Lösungs-

mittel für die Salze bei deren magnetischer Untersuchung verwendet wird. Es ergab sich der Wert + 0,00007; eine Abhängigkeit von der Höhe der Temperatur ließ sich nicht nachweisen.

Kalorimetrische Untersuchungen ferromagnetischer Stoffe. In der Weißschen Theorie des Ferromagnetismus spielt die Änderung der spezifischen Wärme beim Verschwinden der Magnetisierbarkeit im magnetischen Umwandlungspunkt eine erhebliche Rolle. Gemeinschaftlich mit Piccard und Carrard führte P. Weiß[5]) die schon früher mit Beck angestellten Versuche über den Gang der spezifischen Wärme im Temperaturgebiet unter- und oberhalb des magnetischen Umwandlungspunktes von neuem mit erheblich verbesserten Mitteln und großer Sorgfalt durch, und zwar an Nickel, Elektrolyteisen, schwedischem Eisen und Magnetit. Er fand nur beim Nickel eine befriedigende Übereinstimmung mit den von der Theorie gelieferten Werten, nicht aber bei den anderen Proben, so daß auch hiernach die Weißsche Theorie wenig gesichert erscheint.

Nickelstahl. Die Besprechung einer Reihe technisch wichtiger Materialien beginnt das Bureau of Standards[6]) mit dem Nickelstahl, der wegen seiner besonderen mechanischen, thermischen und magnetischen Eigenschaften nach den verschiedensten Richtungen hin Verwendung findet. In magnetischer Beziehung interessieren die schon früher von Hopkinson, Dumas, Dumont, Weiß und Foëx und Anderen untersuchten Legierungen bis zu 27% Nickel, deren magnetischer Umwandlungspunkt, welcher bei reinem Eisen etwa bei 770° liegt, durch den Zusatz von Nickel und ev. noch anderen Stoffen bis weit unter Zimmertemperatur herabgedrückt werden kann. Ist dagegen dieser Umwandlungspunkt einmal unterschritten, so bleibt das Material magnetisch im ganzen Temperaturbereich bis zu etwa 600° C hinauf, wo es dann wiederum die Magnetisierbarkeit verliert. Je nach der Vorgeschichte hat man es also hier bei der gleichen Temperatur mit zwei verschiedenen Phasen zu tun, einer magnetischen und einer unmagnetischen. Das Material wird bereits seit längerer Zeit beim Bau der Kriegsschiffe verwendet, deren Panzerung in der Nähe des Kompasses zur Vermeidung von Störungen aus dem unmagnetisierbaren Nickelstahl angefertigt wird.

Permanente Magnete. Eine brauchbare, zusammenfassende Übersicht über das zu permanenten Magneten geeignete Material sowie über deren Härtung, Alterung und Leistungsfähigkeit gibt Kelley[7]).

Magnetische Prüfungen. Eine eingehende Beschreibung der im Bureau of Standards verwendeten magnetischen Prüfungsmethoden gibt eine amtliche Veröffentlichung[8]), welche namentlich die Burrowsche Jochanordnung für statische Messungen und die Lloydsche Anordnung für wattmetrische Prüfungen bespricht, die in Amerika neben der Epsteinschen Anordnung verwendet wird.

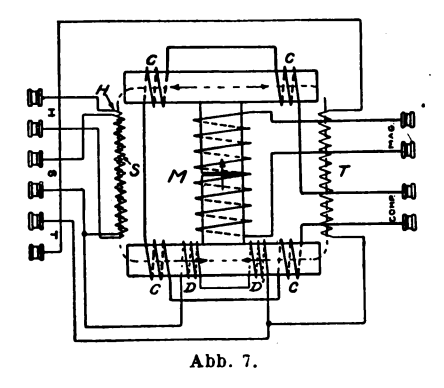


Abb. 7.

An die Burrowsche Meßanordnung schließt sich im wesentlichen auch das neue Permeameter von Fahy[9]) an, das zunächst für technische Zwecke bestimmt zu sein scheint, aber auch genauere Messungen auszuführen gestattet. Es besteht aus einem I-förmigen, in Abb. 7 schematisch wiedergegebenen Jochteil; der von der Magnetisierungsspule *M* erzeugte Induktionsfluß verzweigt sich durch den Normalstab *S* und den Probestab *T*. Aus dem Ausschlag eines mit den zugehörigen Spulen verbundenen ballistischen Galvanometers werden die Induktionen in beiden Stäben ermittelt, während die zugehörige Feldstärke in *T*, die wegen der Gleichheit der magnetischen Potentialdifferenz nahezu identisch ist mit derjenigen in *S*, der bekannten Magnetisierungskurve des

Normalstabs entnommen wird. Dies gilt jedoch ohne weiteres nur dann, wenn beide Stäbe angenähert gleiche Permeabilität besitzen; andernfalls muß man durch die passend geschalteten Kompensationsspulen C dafür sorgen, daß die Streuung beim Übertritt aus dem Joch in den Stab, also die Differenz der Induktionsflüsse in D und S einerseits und in D' und T anderseits, links und rechts gleich wird. Dies erkennt man daran, daß das mit den Spulen S, D, D', T hintereinander geschaltete ballistische Galvanometer beim gleichzeitigen Kommutieren der Ströme in den Spulen M und C keinen Ausschlag gibt. In der Tat wird man dann auch dicht an der Oberfläche der beiden Stäbe auf 1 cm² Querschnitt beiderseits nahezu die gleiche Anzahl von Luftlinien, also auch dieselbe Feldstärke neben und in den Stäben haben. Schließlich kann man auch absolute Messungen mit dem Apparat ausführen, indem man den Normalstab beseitigt, die Kompensation ebenso ausführt, wie oben, und nun die an der Stelle des Normalstabs herrschende Feldstärke direkt mittels einer aus vielen Windungen bestehenden Spule H ermittelt. Nach einer vorläufigen Mitteilung des Bureau of Standards[10]) soll die erreichbare Meßgenauigkeit des Apparats ungefähr $\pm 5\%$ betragen.

Eine neue und theoretisch interessante Meßmethode teilt Aug. Hund[11]), Los Angeles, Kalifornien, mit, die auf folgendem beruht: Ein Wechselstrom teilt sich in zwei gegeneinandergeschaltete, vollständig gleiche Wickelungen eines Eisenrings (Differentialtransformators) und wirkt somit zunächst nicht magnetisierend. Schaltet man jedoch in den einen Stromzweig die Wickelung des zu untersuchenden Versuchsringes, so wird die Symmetrie gestört und es entsteht in dem Differentialtransformator ein pulsierender Induktionsfluß, den man mittels einer mit einem Vibrationsgalvanometer od. dgl. verbundenen Sekundärspule nachweisen kann. Dieser Induktionsfluß läßt sich aber wieder dadurch beseitigen, daß man in den anderen Stromzweig eine meßbare, variable Selbstinduktion und einen ebensolchen Widerstand einschaltet. Aus der erforderlichen Größe dieser beiden kann man nun das Maximum des im Versuchsring pulsierenden Induktionsflusses, die zugehörige Feldstärke und auch den Verbrauch berechnen, allerdings unter bestimmten, tatsächlich nicht streng gültigen Annahmen. Die Methode soll sich namentlich dadurch auszeichnen, daß sie für alle praktisch vorkommenden Periodenzahlen anwendbar ist und somit eine Vergleichung der Induktionswerte bei niedrigen und hohen Frequenzen gestattet, doch liegt anscheinend noch nicht hinreichendes Beobachtungsmaterial zur Beurteilung der Zuverlässigkeit der Methode vor.

Die schon bekannte, auf der sog. „magnetischen Nachwirkung" beruhende Tatsache, daß magnetische Messungen mittels des ballistischen Galvanometers bei kurzer Schwingungsdauer des letzteren zu kleine Werte ergeben, untersuchte Smith[12]) genauer an einem bewickelten Eisenring mittels zweier Galvanometer von sehr verschiedener Schwingungsdauer. Er fand Unterschiede bis zu 15% für das Bereich der Maximalpermeabilität, dagegen nur verschwindend geringe bei den höchsten Feldstärken. Auf Grund von Messungen, welche mit Hilfe eines Pendels gestatteten, die Sekundärwicklung des Proberinges in ganz bestimmten, beliebig kurzen Intervallen nach Schluß des Magnetisierungsstroms zu schließen, kommt er zu dem Ergebnis, daß diese ganzen Nachwirkungserscheinungen nur auf Wirbelströme zurückzuführen seien, und zwar soll der Zusammenhang zwischen der zur Zeit t im Innern der Probe herrschenden wahren Feldstärke $\mathfrak{H}$ und der dem Magnetisierungsstrom entsprechenden höchsten Feldstärke $\mathfrak{H}_0$ hinreichend genau durch die Beziehung $\mathfrak{H} = \mathfrak{H}_0 \left(1 - e^{-\frac{\sigma t}{\mu' \pi a^2}}\right)$ gegeben sein, worin σ den spezifischen Widerstand, a den Radius der Probe und μ' die differentielle Permeabilität bezeichnet, die sich beim Durchlaufen der Magnetisierungskurve ständig ändert. Die Tatsache, daß die Nachwirkungserscheinungen nahezu vollständig verschwanden, als der Ring auf einen kleinen Querschnitt abgedreht wurde, dagegen sehr stark zunahmen, als der Verfasser einen zweiten Ring aus dem

gleichen Material in den ersten einlegte, die verbleibende Fuge aber mit einem zwar unmagnetischen aber elektrisch gut leitenden Metall ausfüllte, spricht allerdings für die Annahme des Verfassers.

Ball[13]) untersuchte den Hystereseverlust unsymmetrischer Magnetisierungsschleifen, wie sie auftreten, wenn sich über eine Wechselstrommagnetisierung eine Gleichstrommagnetisierung lagert. Er fand, daß der Hystereseverlust zwischen gleich hohen Induktionsgrenzen für symmetrische Schleifen (mittlere Induktion Null) am kleinsten ist und mit zunehmender mittlerer Induktion wächst; es lassen sich auch einige dem Steinmetzschen Gesetz $E_H = \eta \mathfrak{B}^{1,6}$ entsprechende Beziehungen aufstellen.

Die zu magnetometrischen Messungen notwendige Größe des Erdfeldes ermittelt man bekanntlich meist durch Schwingungs- und Ablenkungsbeobachtungen, die viel Zeit in Anspruch nehmen. Dieterici[14]) gibt ein einfaches und doch recht genaues Verfahren an, das rasch zum Ziel führt; es beruht darauf, daß man den Magnet in einer homogenen, nord-südlich gerichteten Spule schwingen läßt, deren bekanntes Feld $\mathfrak{H}_s$ sich zum Erdfeld addiert bzw. subtrahiert. Bezeichnet t_0 die Schwingungszeit im Erdfeld allein, t_1 die Schwingungszeit im künstlichen Feld, so gilt $t_0^2 : t_1^2 = 1 \pm \mathfrak{H}_s/\mathfrak{H}$. Da man $\mathfrak{H}_s$ aus der Spulenkonstante und der Stromstärke genau kennt, läßt sich $\mathfrak{H}$ ohne Ermittelung des Trägheitsmoments und ohne Reduktion auf unendlich kleine Schwingungen daraus berechnen. Auch zur Benutzung als Lokalvariometer empfiehlt sich die Anordnung.

Gleichung der Magnetisierungskurve. Die analytische Darstellung der Magnetisierungskurve beschäftigt die Technik aus begreiflichen Gründen andauernd. Déri[15]) findet dafür den Ausdruck $y = K_1 \sqrt{x} \cdot \ln K_2$, wobei x die Anzahl der notwendigen AW bezeichnet, K_1 und K_2 aber Konstanten, von denen die letztere den Wert 1; $\frac{1}{2}$; $\frac{1}{10}$ erhalten soll, je nachdem es sich um Dynamoblech, Flußstahl oder Gußeisen handelt. Es ist aber ohne weiteres klar, daß sich die auch bei Material derselben Art außerordentlich variabele Form der Magnetisierungskurve, die ja z. B. in hohem Maße von der vorhergegangenen thermischen Behandlung abhängt, unmöglich mit der noch übrig bleibenden einzigen Konstanten darstellen läßt.

Ball[16]) untersucht die schon von Frölich und Kennelly angegebene Regel, nach welcher sich der reziproke Wert der Permeabilität μ durch die Gleichung einer Geraden wiedergeben läßt: $\frac{1}{\mu} = \alpha + \sigma \mathfrak{H}$ oder $\mathfrak{B} = \frac{\mathfrak{H}}{\alpha + \sigma \mathfrak{H}}$.

Ball findet die linearen Beziehungen zwischen $1/\mu$ und $\mathfrak{H}$ in vielen Fällen nicht bestätigt und führt dies auf Inhomogenitäten des Materials, namentlich auf die Wirkung der Zunderschicht zurück; tatsächlich kann aber natürlich die obige Gleichung überhaupt nur eine sehr rohe Annäherung darstellen, wie sich schon daraus ergibt, daß für $\mathfrak{H} = \infty$ der Wert von $\mathfrak{B} = 1/\sigma$ wird, also gleich der endlichen Cotg. des Neigungswinkels der Geraden, während $\mathfrak{B}$ tatsächlich unendlich groß werden müßte.

Magnetischer Ausbreitungswiderstand. Wie ein aus einem zylindrischen Leiter in ein zweites Medium von unendlicher Ausdehnung eintretender elektrischer Strom einen Ausbreitungswiderstand zu überwinden hat, der dem Verhältnis der spezifischen Widerstände direkt proportional ist und ebenso wirkt, als wenn der zylindrische Leiter um etwa 0,8 seines Radius verlängert wäre, so gilt dies auch für den magnetischen Induktionsfluß, beispielsweise für den Übergang vom Pol ins Joch bei Gleichstrommaschinen und Synchronmotoren. Niethammer[17]) berechnet die Zahl der zur Überwindung des Übergangswiderstandes einschließlich einer Luftschicht von der Dicke δ_t erforderlichen AW zu $A_t = 0{,}8 \cdot \mathfrak{B}_t \left(\delta_t + \frac{0{,}13\ U}{\mu'}\right)$, worin $\mathfrak{B}_t$ der Induktion im Pol, μ' die Permeabilität im direkt angrenzenden Jochstück und U den Umfang des Polstücks in cm bezeichnet. Bei schlechtem Jochmaterial und hohen Induktionen können, wie der Verfasser nachweist, die Werte von A_t außerordentlich hohe Beträge erreichen.

Magnetisierung durch Wechselfelder. Einen interessanten Überblick über die Untersuchungen, welche bisher angestellt wurden, um die Abhängigkeit der Permeabilität des Eisens von der Schnelligkeit des Magnetisierungsvorgangs zu ermitteln, gibt Bown[13]). Hiernach scheint eine Änderung der reinmagnetischen Permeabilität — abgesehen von der Wirkung der Wirbelströme — erst oberhalb 10^6 Per/s zu liegen, aber unterhalb 10^{10} Per/s. In welcher Weise zwischen diesen beiden Grenzen die Abnahme der Permeabilität erfolgt, läßt sich auf Grund der bisherigen Messungen noch nicht mit Sicherheit angeben.

Williams[19]) untersuchte die Änderung der Hystereseschleifen eines durch einen stationären Strom in axialer Richtung magnetisierten Probekörpers, auf welchen senkrecht zur Achse Wechselfelder wirken. Er fand, was übrigens bereits bekannt ist, daß hierbei fast jede Spur von Hysterese verschwindet und die Schleifen bei weichem Material zu einer Linie zusammenschrumpfen. Es gelang dem Verfasser auch, die gefundene Induktion für jede Feldstärke theoretisch zu berechnen und die Ursache für die verhältnismäßig geringfügigen Abweichungen zwischen den experimentell gefundenen und den berechneten Werten zu ermitteln.

[1]) G. Jaeger, El. Masch.-Bau 1917, S 154. — [2]) J. R. Ashworth, Phil. Mag. R 6, Bd 33, S 334. — [3]) Earle M. Terry, Phys. Rev. R 2, Bd 9, S 394. — [4]) A. W. Marke, Oversigt Kopenhagen 1916, S 396. — [5]) P. Weiß, A. Piccard u. A. Carrard, Arch. sc. phys. et nat. R 4, Bd 42, S 378; Bd 43, S 22, 113, 199. — [6]) F. C. Kelley, El. Rev. (Ldn) Bd 81. S 166. — [7]) Bureau of Standards, Circ. Nr 58, 1916. — [8]) Bureau of Standards, Circ. Nr 17, 1916. — [9]) F. P. Fahy, El. World Bd 69, S 315. — [10]) El. World Bd 70, S 77. — [11]) Aug. Hund, El. Masch.-Bau 1917, S 53. — [12]) Arthur Whitmore Smith, Phys. Rev. R 2, Bd 9, S 414, 419. — [13]) J. D. Ball, Proc. Amer. Inst. El. Eng. 1915, S 2275. — ETZ 1917, S 608. — [14]) C. Dieterici, Phys. Z. 1917, S 402. — [15]) Max Déri, El. Masch.-Bau 1917, S 89. — [16]) J. D. Ball, Gen. El. Rev. 1916, S 369. — El. Kraftbetr. 1917, S 169. — [17]) F. Niethammer, El. Masch.-Bau 1917, S 556. — [18]) Ralph Bown, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 109, 614. — [19]) N. H. Williams, Phys. Rev. R 2, Bd 9, S 339.

XV. Messung elektrischer Lichtquellen.

Von Patentanwalt Dr.-Ing. Berthold Monasch.

Photometrische Grundbegriffe. Teichmüller[1]) stellt kritische Betrachtungen über die Grundlagen der photometrischen Begriffe und Größen an. Er empfiehlt eine strenge Unterscheidung zwischen dem physischen (physikalischen) und dem physiologischen Lichte. Für die Lichttechnik ist das physische Licht das wichtigere. Teichmüller unterscheidet 3 Arten von leuchtenden Punkten. Ein leuchtender Punkt 1. Art ist das Schwingungszentrum einer optischen Erregung oder ein materieller Punkt (der Oberflächenschicht) einer Lichtquelle. Leuchtender Punkt 2. Art ist ein unendlich kleines Oberflächenteilchen der Lichtquelle, in manchen Fällen ein Oberflächenteilchen von so geringer Größe, daß auf ihm Unterschiede unter keinen Umständen mehr wahrgenommen werden können. Die Zahl der leuchtenden Punkte 1. Art auf dem leuchtenden Punkt 2. Art ist $f \cdot \cos E$, wenn f die Größe des letzteren und E der Emmissionswinkel ist. Leuchtender Punkt 3. Art ist eine räumlich beliebig ausgedehnte leuchtende Fläche, wenn und soweit sie wenigstens in einer Richtung die Eigenschaften einer punktförmigen Lichtquelle hat. An Stelle von Flächenhelligkeit (Flächenhelle) schlägt Teichmüller „Leuchtvermögen“ vor. Das Leuchtvermögen kann ein Leuchtstärkevermögen oder ein Leuchtstromvermögen sein. Den Vorsilben „Licht“, „Leucht“ und „Belicht“ oder „Beleucht“ — wird ein bestimmter Platz in der photometrischen Namengebung angewiesen. Zum Schluß gibt Teichmüller eine

neue Liste der wichtigsten photometrischen Grundbegriffe und Größen in ihren Grundzügen, die als Unterlage für eine neue praktische Liste gedacht ist.

Auch Halbertsma[2]) weist darauf hin, daß unser gegenwärtiges System photometrischer Größen und Einheiten noch nicht allen Anforderungen der Beleuchtungstechnik genügt. Er weist insbesondere nach, daß der Lichtstärke als photometrischer Grundgröße erhebliche Mängel anhaften, und daß es richtiger wäre, von dem Lichtstrom als Grundgröße auszugehen.

Krüß[3]) äußert Bedenken gegen die Grundlegung des Begriffes Lichtstrom und befürwortet bei der Lichtstärke zu verbleiben. In der englischen Literatur[4]) wird die Streitfrage ebenfalls behandelt. Der Bericht des Ausschusses der Amerikanischen Illuminating Engineering Society über Photometrische Einheiten und Nomenklatur[5]) enthält 45 Definitionen von Begriffen, die für die Beleuchtungstechnik wichtig sind.

Lichteinheit. E. Warburg[6]) bespricht die Erfordernisse einer rationellen Lichteinheit. Sie kann nur dann auf allgemeine und dauernde Annahme rechnen, wenn sie möglichst reproduzierbar und zugleich möglichst rationell ist. Die Hefnerlampe erfüllt diese Forderung nicht. Die möglichst rationelle Lichteinheit muß an die Hohlraumstrahlung angeknüpft werden, weil die thermaktive Strahlung in einem gleichmäßig temperierten Hohlraum von der strahlenden Substanz unabhängig ist und nur von der Temperatur abhängt; der von der Öffnung des Hohlraums herrührende Fehler kann hierbei sehr klein gemacht werden. Warburg geht nicht von der Lichtstärke sondern von der Flächenhelle aus und schlägt vor, als Einheit der Flächenhelle die normale Flächenhelle der Hohlraumstrahlung von einer festzusetzenden Normaltemperatur T_0 zu wählen und nun als Einheit der Lichtstärke das Produkt aus dieser Flächenhelle und einer Fläche von passender Größe, z. B. 4 mm², festzusetzen, wobei T_0 zweckmäßig gleich 2300° abs zu nehmen wäre, so daß die Einheit der Flächenhelle ungefähr gleich der normalen Flächenhelle der gebräuchlichen Metallfadenlampen wird. Der Plan für die Versuche, die von der Physik. Techn. Reichsanstalt in Angriff genommen sind, wird von Warburg mitgeteilt.

Photometer. Ein einfaches Photometer ist von Sharp[7]) angegeben worden. Ein prismatischer Holzkasten von 2,5 cm lichter Weite und 20 cm Länge trägt an einem Ende eine durch Opalglas abgeschlossene Normalglühlampe. Der übrige Teil des Kastens ist innen weiß lackiert, nur die quadratische Rückwand ist schwarz gestrichen. Der Deckel des Kastens besteht aus einer Klarglasscheibe, auf der ein weißer Karton liegt, aus dem ein rautenförmiges Muster herausgeschnitten ist; darauf ist ein dünnes Blatt Papier geklebt. Der von der Lampe ausgehende Lichtstrom beleuchtet die näher liegenden Rauten heller, die entfernter liegenden weniger hell. Die Beleuchtung in Lux ist nach Eichung mit einem wissenschaftlichen Photometer zu jeder Raute auf einer Skala aufgetragen. Bringt man den Kasten an die zu prüfende Stelle, so fällt das Licht aus dem Raume durch den Deckel in den Kasten, das Licht der Glühlampe dringt heraus, und an irgendeiner Stelle werden die Umrisse einer Raute auf dem Karton nicht mehr zu unterscheiden sein. Dort ist die Beleuchtung der Raumstelle gleich der durch die Lampe des Kastens erzeugten Beleuchtung. Ein einfaches Photometer für Installateure gibt ferner Cunnington[8]) an. In einem Kasten sind zwei Glühlämpchen angeordnet. Der Kasten ist durch einen Boden mit 8 Löchern verschiedener Größe abgeschlossen. Das Licht der Lampen fällt zerstreut durch die Löcher in tiefschwarz matt gefärbte Kammern. Für jede Kammer enthält der Deckel eine mit Opalglas abgedeckte Öffnung. Die diffuse Beleuchtung in der mittleren weißen Kammer geht infolge der verschieden großen Öffnungen in verschiedener Stärke auf die 8 Opalglasluken und erzeugt auf deren Oberfläche eine Flächenhelle, die neben jeder Luke verzeichnet steht. Herrscht z. B. an einer Stelle eine Beleuchtung von 15 Lux, so wird die Luke, die einer Beleuchtung von 10 Lux entspricht, dunkler und diejenige, bei der 20 Lux vermerkt ist, heller erscheinen als die obere Platte selbst. Der Apparat ist naturgemäß nur für rohe Schätzungen zu verwenden.

Ulbrichtsche Kugel. Bendford[9]) zeigt, daß bei der Ulbrichtschen Kugel, da einerseits das Milchglas, das für das Kugelfenster benutzt wird, das aus den verschiedenen Richtungen kommende Licht nicht gleichmäßig durchläßt, und da anderseits bei den praktisch verwendeten Kugeln im Gegensatz zur idealen Kugel sich Helligkeitsunterschiede innerhalb der Kugel zeigen, sich die Ergebnisse nicht immer im Einklang mit der Theorie befinden. Um diese Fehlerquellen zu vermeiden, hat Bendford einen Kompensationsschirm entworfen, durch den die Genauigkeit der Messungen derart anwächst, wie sie sonst nur mit einer Kugel von doppeltem Durchmesser erhalten werden kann. R. v. Voß[10]) beschreibt eine Anordnung, bei der die Ulbrichtsche Kugel für Betriebsmessungen an gasgefüllten Glühlampen eingerichtet ist. Die erforderlichen Teile sind fest mit der Ulbrichtschen Kugel zusammengebaut und derart angeordnet, daß die mittlere räumliche Lichtstärke an einer Skala direkt abgelesen werden kann. Die neue Einrichtung ergibt bei Lampen der verschiedenartigsten Lichtverteilungskurven, wie sie in der Praxis bei elektrischen Glühlampen für Raumbeleuchtung vorkommen, mit einer vollkommen ausreichenden Genauigkeit die gleichen Meßwerte, die man bei Benutzung einer streng nach den ursprünglichen Ulbrichtschen Angaben gebauten Kugel erhält.

Halbertsma[11]) zeigt, daß die von Zickler (JB 1915, S 205) angegebene Beziehung für die mittlere räumliche Lichtstärke einer Glühlampe

$$J_0 = 0{,}955 \cdot \frac{J_{54} + J_{126}}{2}$$

in der J_{54} und J_{126} die bei rotierender Lampe gemessenen mittleren Lichtstärken unter den Winkeln 54° und 126° (von der Vertikalen aus gerechnet) sind, von größerer Reichweite ist, als Zickler ursprünglich angenommen, da sie unabhängig von der Form des Leuchtkörpers und von seinen Strahlungseigenschaften ist. Einen Apparat zur Bestimmung der mittleren räumlichen Lichtstärke elektrischer Glühlampen nach Zickler beschreibt Krüß[12]).

Zerstreute Reflexion. Eine Kommission der amerikanischen Illuminating Engineering Society[13]) hat einen Bericht über die optischen Eigenschaften zerstreuender Mittel erstattet. Es wurde zwischen zerstreuter und spiegelnder Reflexion unterschieden und der relative Anteil der beiden Reflexionsarten zu bestimmen versucht. Die Untersuchungen erstreckten sich u. a. auch auf verschiedenartige Papiersorten, Druckerschwärzen, Tinten, Farbbänder, Kohlenpapiere.

Luckiesh[14]) gibt einen Apparat zur Bestimmung der Reflexionsfaktoren an.

Physiologisches. Troland[15]) erörtert, daß die zahlreichen Gesichtspunkte noch nicht untersucht sind, die für eine Behandlung der quantitativen Verfassung des Netzhautbildes aus einer Kenntnis der in das Auge eintretenden Strahlung erforderlich sind. Er versuchte daher Methoden für diesen Zweck auszubilden, um die Verbreitung des Lichtes und die auswählende Absorption und Fluoreszenz im Auge zu untersuchen. Daß es den Forschern auf dem Gebiete des Sehens bisher nicht gelungen ist, die Probleme der Vorgänge im Innern des Auges zu erfassen, liegt meistens an der Vernachlässigung der Tatsache, daß das Netzhautbild, spektralphotometrisch betrachtet, den wirklichen physiologischen Sehreiz bildet. Ferner ist der Einfluß der Pupillengröße auf die Erscheinungen des Sehens vielfach vernachlässigt worden. Diese Vernachlässigung kann zu Fehlern bis zu 1600% bei der Bestimmung der Stärke des Reizes führen. Troland hat daher bei seinen Untersuchungen von einer künstlichen Pupille von bekannter Größe Gebrauch gemacht. Er untersucht die Netzhautempfindlichkeit für Helligkeit, das Purkinjesche Phänomen, die Intensitätsfaktoren der Nerven und des Gehirns und die Erscheinungen des Flimmerns bei der mehrfarbigen Photometrie.

Nutting[16]) veröffentlicht ebenfalls Untersuchungen über Netzhautempfindlichkeiten, die für die Beleuchtungstechnik von Bedeutung sind und über die Sehfähigkeitskurve (Augenempfindlichkeitskurve[17]). Kerr[18]) stellte eine Untersuchung über das Verhältnis der Flächenhelle von Lichtquellen zur Helligkeit der

Umgebung unter Berücksichtigung der Adaption des Auges an und gibt an, daß der Kontrast zwischen einem leuchtenden Gegenstand und der Helligkeit seiner Umgebung das Verhältnis 100:1 im allgemeinen nicht überschreiten sollte.

Objektive Photometrie. In dem amerikanischen Patente 1219432 von Bown ist eine empfindliche Selenzelle beschrieben. Selenkristalle werden durch Sublimation erzeugt und es wird ihnen Gelegenheit gegeben, Argon, Helion oder Neon bei einer unterhalb der Temperatur der Kristallbildung liegenden Temperatur zu absorbieren. Zellen, die an 35 aufeinanderfolgenden Tagen dauernd dem Tageslicht ausgesetzt waren, zeigten keine Zerstörung. Eine in üblicher Weise beanspruchte Zelle zeigte nach 1 Jahre keinen Rückgang der Empfindlichkeit.

Bei der Photometrie mit lichtelektrischen Zellen fand Kunz[19]), daß bei hoher Lichtstärke und großer Einfallsöffnung der Lichtstrom nicht so stark zunahm als die Lichtstärke. Bei geringerer Lichtstärke und kleinerer Einfallsöffnung wurden die Unterschiede von der Proportionalität immer kleiner. Auch Randolph[20]) berichtet über Versuche mit photoelektrischen Zellen und findet sie zur Aufnahme von Lichtverteilungskurven geeignet.

1) Teichmüller, ETZ 1917, S 296, 308, 359. — Z. Beleucht. 1917, S 69, 97. — 2) Halbertsma, El. Masch.-Bau 1917, S 602. — 3) Krüß, Jl. Gas Wasser 1917, S 570. — 4) Engin. Bd 103, S 108, 137, 186. — El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 401. — 5) Z. Beleucht. 1917, S 29. — 6) Warburg, Z. Beleucht. 1917, S 25. — Verh. Deutsch. Phys. Ges. 1917, S 3. — 7) Sharp, El. Masch.-Bau 1917, S 376. — 8) Cunnington, El. Masch.-Bau 1917, S 48. — 9) Bendford, Z. Beleucht. 1917, S 50. — 10) v. Voß, ETZ 1917, S 188, 605. — 11) Halbertsma, El. Masch.-Bau 1917, S 65. — 12) Krüß, Z. Instrk. 1917, S 33. — 13) Z. Beleucht. 1917, S 38. — 14) Lukkiesh, El. World Bd 69, S 958. — 15) Troland, Z. Beleucht. 1917, S 55, 73. — 16) Nutting, Z. Beleucht. 1917, S 112, 120. — 17) Nutting, Z. Beleucht. 1917, S 128. — 18) Kerr, Electr. (Ldn.) Bd 78, S 667. — 19) Kunz, El. Masch.-Bau 1917, S 170. — 20) Randolph, El. World Bd 69, S 1166. — Electr. (Ldn.) Bd 80, S 90.

XVI. Elektrochemie.

(Wissenschaftlicher Teil.)

Von Prof. Dr. K. Arndt.

Infolge des Krieges ist die Zahl der wissenschaftlichen elektrochemischen Veröffentlichungen in deutschen Zeitschriften sehr gering geworden; fast alle 1917 erschienenen Arbeiten stammen aus Amerika, wo schon vor dem Kriege von nicht wenigen Forschern, die zum guten Teil in Deutschland studiert hatten, auf diesem Gebiete Tüchtiges geleistet wurde.

Leitfähigkeit. Die Leitfähigkeit von Natriumjodid in Propylalkohol und in Isoamylalkohol, sowie von Ammoniumjodid in Isoamylalkohol ist durch F. G. Keyes und W. J. Winninghoff[1]) bei verschiedenen Konzentrationen gemessen worden; sie arbeiteten unter allen Vorsichtsmaßregeln mit einem luftleer gepumpten Meßgefäß. Der Befund bestätigte eine Gleichung, welche Kraus zwischen der Konzentration c und dem „Leitfähigkeitsverhältnis" $\gamma = \frac{\Lambda}{\Lambda_0}$ aufgestellt hat und welche lautet:

$$c \cdot \gamma^2 (1 - \gamma) = a + b \cdot (c \cdot \gamma)^d$$

worin a, b und d empirische Konstante sind.

C. Sandonnini[2]) hat die Leitfähigkeit einiger Salzgemische gemessen und sie mit den nach der Mischungsregel berechneten Werten verglichen. Bei Salzpaaren, welche miteinander Komplexe bilden, z. B. $NaCl + HgCl_2$, weicht der beobachtete von dem berechneten Werte stark ab.

Die verschiedenen Verfahren, um „Leitfähigkeitswasser" herzustellen, d. h. reines Wasser von sehr geringer eigener Leitfähigkeit, was insbesondere für Messungen an sehr verdünnten Lösungen nötig ist, wurden von James Kendall[3]) eingehend besprochen.

Potentialmessungen. N. Edward Loomis und Merle R. Meacham[4]) haben den Einfluß des Wasserstoffdruckes auf das Potential der Wasserstoffelektrode gemessen. In der Nähe des Atmosphärendruckes gilt die Gleichung:

$$E = \frac{R\,T}{2\,F} \cdot \log \text{nat} \frac{H_2}{H_2'},$$

worin H_2 und H_2' die Teildrucke des Wasserstoffes bedeuten, R, T und F bekanntlich die Gaskonstante, die absolute Temperatur und die elektrochemische Grundzahl 96500 Coulomb darstellen. Eine Druckänderung von 1 mm verschiebt das Potential um $1{,}75 \cdot 10^{-5}$ V. Das Potential der Quecksilberelektrode in Merkuroperchloratlösung wurde von G. A. Linhart[5]) zu —0,7928 V gefunden.

Das Potential von Blei läßt sich wegen der leichten Oxydierbarkeit dieses Metalls nur sehr schwer genau bestimmen. Paul Günther[6]) löste die Aufgabe, indem er einen Platindraht in sehr verdünnter Bleiazetatlösung elektrolytisch mit sehr schwachem Strom verbleite, rasch den schlammigen Niederschlag abspülte und den Draht in die zur Messung vorbereitete Kette eintauchte. Derart fand Günther z. B. für die Kette: Blei, gesättigte Bleichloridlösung, Silberchlorid, Silber bei 15,2^0 die Spannung —0,490 V. — In einer ätherischen Äthylbromidlösung haben J. M. Nelson und W. V. Evans[7]) die EMK von Zellen mit Elektroden aus Zink, Aluminium oder Platin gemessen und ähnliche Verhältnisse wie bei wässerigen Lösungen gefunden. — Das Oxydationspotential Chromo-Chromisalz haben George Shannon Forbes und Hermann William Richter[8]) an Quecksilberelektroden unter sorgfältigem Ausschluß von Luftsauerstoff gemessen; sie fanden

$$E = -0{,}40 + 0{,}065 \log \frac{Cr_{III}}{Cr_{II}},$$

bezogen auf die Normalwasserstoffelektrode bei 0^0. An Platinelektroden war das Potential um etwa 0,16 V niedriger, und es entwickelte sich Wasserstoff.

Elektrolyse. Zu den zahlreichen Arbeiten über das Silbervoltameter haben W. H. Bovard und G. A. Hulett[9]) einen neuen Beitrag geliefert, indem sie den Einfluß der winzigen, vom Silberniederschlag eingeschlossenen Elektrolytmengen bestimmten. Mit Berücksichtigung dieser Fehlerquelle berechnen sie das elektrochemische Äquivalent des Silbers zu 1,11798 mg/Coulomb und die Größe F (die Zahl der zur Abscheidung von 1 Grammäquivalent nötigen Coulomb) zu 96496.

Edgar Newbury[10]) hat für zahlreiche Metalle die kathodische und die anodische Überspannung in Normal-Schwefelsäure und Normal-Natronlauge gemessen und zu ihrer Stellung im periodischen System der Elemente in Beziehung gesetzt. Er fand, daß zwar nicht die anodische, wohl aber die kathodische Überspannung als eine periodische Eigenschaft angesehen werden kann. Nach seiner Ansicht beruht die Überspannung darauf, daß sich chemische Verbindungen des Metalles mit Wasserstoff oder mit Sauerstoff bilden.

Poröse Scheidewände adsorbieren aus Elektrolyten mit Vorliebe eine Ionenart, z. B. die Kationen, und nehmen dadurch gegenüber der Lösung ein Potential an. F. E. Bartell und C. D. Hocker[11]) haben nun den Einfluß des Potentials, welches ein Porzellandiaphragma annimmt, auf die Osmose des betreffenden Elektrolyts beobachtet.

Mit Einphasenwechselstrom haben J. Kliatchko und Ch. Binggely[12]) Kaliumnitratlösungen und Lithiumnitratlösungen behandelt, wobei sie rotierende Elektroden aus Kadmium, Blei, Aluminium, Zink oder Kupfer benutzten. Die Nitrate wurden an Kadmium bei weitem am stärksten reduziert. Erhöhung

der Salzkonzentration von ½ auf 7% drückte (bei Bleielektroden) die Reduktion stark herab. Während des Stromdurchganges bedeckten sich die Elektroden mit einer Oxydschicht, welche sie bald unbrauchbar machte.

[1]) F. G. Keyes u. W. J. Winninghoff, J. Am. Chem. Soc. Bd 38, S 1178. — [2]) C. Sandonnini, Gazz. chim. ital. Bd 46 II, S 205. — [3]) J. Kendall, J. Am. Chem. Soc. Bd 38, S 1450. — [4]) N. E. Loomis u. M. R. Meacham, J. Am. Chem. Soc. Bd 38, S 2391. — [5]) G. A. Linhart, J. Am. Chem. Soc. Bd 38, S 2356. — [6]) P. Günther, Z. Elchemie Bd 23, S 197. — [7]) J. M. Nelson u. W. V. Evans, J. Am. Chem. Soc. Bd 39, S 82. —) G. S. Forbes u. H. W. Richter, J. Am. Chem. Soc. Bd 39, S 140. — [9]) W. H. Bovard u. G. A. Hulett, J. Am. Chem. Soc. Bd 39, S 1077. — [10]) E. Newbury, J. Chem. Soc. Bd 109, S 1066. — [11]) F. E. Bartell u. C. D. Hocker, J. Am. Chem. Soc. Bd 38, S 1036. — [12]) J. Kliatchko u. Ch. Binggely, Ann. Chim. anal. appl. Bd 22, S 81.

XVII. Elektrophysik.

Elektrophysik. Von Dr. Walter Block, Berlin-Friedenau. — Elektromedizin und Elektrobiologie. Von Dr. Gustav Großmann, Wien.

Elektrophysik.

Von Dr. Walter Block.

Allgemeines. Elektrodynamik. Auf dem Gebiete der Relativitätstheorie ist über besondere wesentliche Fortschritte nicht zu berichten. Von einzelnen wichtigen Arbeiten sei zunächst eine sehr beachtenswerte Zusammenfassung von M. Schlick[1]) erwähnt, als Einführung in das Verständnis der allgemeinen Theorie, die sie ohne wesentliche mathematische Hilfsmittel darstellt. Im Anschluß an Einstein versucht E. Reichenbächer[2]) eine neue Theorie der Elektrizität und der Gravitation aufzustellen, die ihn zu einem rein geometrischen Weltbild bringt, und eine einfache Ableitung der Grundgesetze der Elektrizität und der Gravitation gestattet. A. Einstein[3]) selbst veröffentlicht eine Arbeit mit kosmologischen Betrachtungen, die ihn zu der Auffassung führen, daß der Weltraum ein geschlossener geometrischer Raum ist, der, im großen betrachtet, durch einen sphärischen Raum angenähert dargestellt werden kann. Das verlangt indessen eine hypothetische Erweiterung der Feldgleichungen der Gravitation. Die für die ganze Frage der Gültigkeit des Relativitätsprinzips grundlegende Erscheinung der Perihelbewegung des Merkur sucht O. Lodge[4]) durch die Annahme einer nicht der Gravitation unterworfenen elektrischen Trägheit der Materie zu erklären, was wohl zu einer rechnerischen Übereinstimmung, aber nach A. S. Eddington[5]) zu Schwierigkeiten für die anderen Planeten führt. Über die Frage der Existenz des Äthers, den die Relativitätstheorie beseitigen will, schreibt G. Helm[6]), der zu dem Ergebnis kommt, daß jener eine durchaus gesicherte Grundlage für jede mikrophysikalische Theorie bilde, da er die Erscheinungen der Fernwirkung und Mechanik zutreffend zu beschreiben gestattet. Es wird allerdings notwendig, unsere Anschauungen über die Substanz der materiellen Körper völlig zu ändern, dann aber ist eine mathematisch strenge Grundlegung des Atombegriffes möglich.

Mit den besonderen Fragen der Gravitationstheorien, im Zusammenhang mit der Relativitätstheorie beschäftigen sich zwei Arbeiten, eine von G. Mie[7]), ein im wesentlichen zusammenfassender Bericht über die Theorie der Materie, und eine von M. v. Laue[8]), der eingehend die Nordströmsche Theorie darstellt, die zunächst ebenso berechtigt wie die allerdings allgemeinere Einsteinsche ist, solange beide noch nicht experimentell nachgeprüft sind. Endlich sei eine Arbeit von J. Ishiwara[9]) erwähnt, der darauf aufmerksam macht, daß das absolute Maßsystem in diesen Theorien nicht ohne weiteres bestehen bleiben kann. Den Zusammenhang zwischen Elektrizität und Optik behandeln drei Arbeiten von

H. Rubens[10]), einmal, indem er einen allgemeinen Überblick über diese Zusammenhänge gibt und besonders darauf hinweist, wie die Versuche mit ultraroten Strahlen hervorragend geeignet sind, jene Beziehungen klarzustellen, weil ihre Schwingungszahlen genügend weit von den Eigenfrequenzen der Atome und Elektronen entfernt liegen. Jene Zusammenhänge sind im wesentlichen die Beziehungen zwischen Leitvermögen, Durchsichtigkeit und Wellenlänge und zwischen Brechungsexponent und Dielektrizitätskonstante. Die zweite spezielle Arbeit behandelt dann Messungen über den Brechungsexponenten fester Körper bei Wellen von wenigen Zentimetern Länge, die dritte endlich den Zusammenhang zwischen Brechungsexponent und Dielektrizitätskonstante für eine Reihe amorpher Körper.

Die Frage nach der Größe des Elektrons wird dauernd weiter behandelt. Von R. A. Millikan[11]) liegt eine neue, sehr sorgfältige Messungsreihe vor, nach seiner bekannten Methode, wobei er für die Elektronenladung $4{,}774 \cdot 10^{-10}$ fand, und gleichzeitig für die Avogadrosche Konstante $6{,}062 \cdot 10^{23}$, für die Masse eines Wasserstoffatomes $1{,}662 \cdot 10^{-24}$ g und das Plancksche Wirkungsquantum $6{,}547 \cdot 10^{-27}$. Von der Gegenseite sei zunächst eine Arbeit von F. Ehrenhaft[12]) selbst erwähnt, die sich im wesentlichen mit der Größenbestimmung submikroskopischer Teilchen beschäftigt, und deren Ergebnisse aus Messungen nach grundsätzlich verschiedenen Methoden diskutiert, und zwei Arbeiten von G. Laski[13]) und J. Parankiewicz[14]), die die genaueren Unterlagen für seine Mitteilungen bringen. Zunächst sind die Ergebnisse beider Richtungen nicht miteinander in Einklang zu bringen. Endlich sei noch hier eine Arbeit von L. Flamm[15]) erwähnt, der die Konstanten des Elektrons mit den Strahlungskonstanten in Beziehung setzt, und die wichtigsten Größen in z. T. von den Millikanschen Werten abweichenden Zahlen angibt.

Hieran anschließend seien einige wichtige, nicht in Zusammenhang stehende Arbeiten erwähnt. J. Spielrein[16]) weist auf die guten Eigenschaften der an die Vektorenrechnung sich anschließenden Affinorrechnung zur Lösung technischer Aufgaben hin, die er in seinem Lehrbuch der Vektorrechnung genauer behandelt hat. W. Deutsch[17]) zeigt im Anschluß an das Hamiltonsche Prinzip den Zusammenhang zwischen mechanischen und elektrischen Problemen, die ihn z. B. zu Konstruktionen mechanischer Modelle eines Wechselstromamperemeters und eines Kabels für Kraftübertragung führen. Der gleiche Verf. stellt eine allgemeine Superpositionsformel für Probleme auf, die auf totale und partielle Differentialgleichungen führen, und zeigt, wie ihre Anwendung für die mathematische Behandlung von Schaltvorgängen jeder Art nutzbringend ist. Einen elektronentheoretisch wichtigen Fortschritt erzielten R. C. Tolman und D. C. Stewart[18]). Sie konnten nachweisen, daß die Beschleunigung von sich drehenden geschlossenen Metallringen Elektronenbewegungen erzeugt, die Ladungen, wie sie theoretisch gefordert werden, hervorrufen, und die in allen Eigenschaften den theoretisch abgeleiteten Bedingungen entsprechen. Für Elektrolyte ist das Ergebnis ja schon über 30 Jahre bekannt, während der Nachweis für Metalle bisher nicht gelungen war. A. Korn[19]) veröffentlicht eine längere Abhandlungsreihe über seine mechanische Theorie des elektromagnetischen Feldes im Anschluß an das D'Alembertsche Prinzip und die Hertzsche Mechanik. Über den Hauteffekt in Stahlschienen berichten im Anschluß an praktisch untersuchte Fälle A. E. Kennelly, F. H. Achard und A. S. Dana[20]). P. Luckey[21]) behandelt Fragen des unter Druck brennenden Wolframlichtbogens bis zu 35 atm, insbesondere die Temperaturverhältnisse in ihm, ebenso W. Mathiesen[22]) in der Hauptsache die Steigerung der Leuchtkraft. Endlich sei eine Arbeit von A. W. Smith[23]) erwähnt, die sich mit dem Hall-Effekt in seltenen Metallen und Legierungen beschäftigt. Besonders interessant sind dabei die Ergebnisse an einer Eisen-Kobaltlegierung, die sich wesentlich anders als ihre Komponenten verhält.

Elektrostatik. Einen Erzeuger für Reibungselektrizität, aus drehbaren Glasscheiben, die in Quecksilber tauchen, beschreibt W. H. Chapman[24]).

Er kann mit ihm Spannungen bis 11 kV und Funken bis 19 mm Länge erzeugen. Die Kapazität eines umgekehrten Kegels, eine Aufgabe, die für die drahtlose Telegraphie von Bedeutung ist, berechnet G. W. O. Howe[25]). Die Ergebnisse werden in Formeln und Kurven für die besonderen Fälle dargestellt. Einzelne Probleme der Potentialtheorie behandelt mathematisch A. Bolliger[26]). So die Verteilung der Elektrizität auf einer Kreislochscheibe und die Influenzwirkung eines Poles auf eine solche Scheibe; sodann die Theorie eines linearen Leiters im Vakuum, wobei die mitgeführte Elektrizitätsmenge und der Ohmsche Spannungsabfall mitberücksichtigt wird, weiter Potentiale von Freileitungen, und endlich Isolatorenprobleme, d. h. die Kombination einer Kreislochscheibe mit einem geradlinigen linearen Leiter. Praktisch interessante Fälle untersucht zunächst L. Bouchet[27]), der die Dickenänderung von Hartgummiplatten nachweist, die als Dielektrika von Plattenkondensatoren dienen, wobei er nicht nur eine Dickenänderung durch elektrostatischen Druck, sondern auch eine davon unabhängige Kontraktion in Richtung der Kraftlinien nachweisen konnte.

S. Mikola[28]) veröffentlicht prachtvolle Abbildungen der Lichtenbergschen Figuren an Kondensatoren, indem er statt der gewöhnlich benutzten Hartgummiplatte eine photographische Platte als Dielektrikum anwendet. Es lassen sich bestimmte Gesetzmäßigkeiten feststellen; sie treten nur bei disruptiver Entladung auf, wenn man annimmt, daß dabei elektromagnetische Impulse entstehen, die Spaltungen in den Molekeln verursachen. Eine Verbindung statischer Probleme über Doppelschichten auf den Oberflächen fester und flüssiger Körper mit den Thermionenströmen und dem Bohrschen Atommodell strebt J. Frenkel[29]) an; insbesondere die Oberflächenspannung von Flüssigkeiten ist hierfür von Bedeutung. Endlich sei eine Arbeit von W. Voigt[30]) erwähnt, die sich an eine frühere anschließt (JB 1916, S 191), und die vollständige Theorie der zentrischen pyro- und piezoelektrischen Erregung eines Kristalls durch Biegung oder Drillung behandelt.

Thermoelektrizität. Einen neuen thermoelektrischen Effekt will C. Benedicks[31]) gefunden haben. Er stellt fest, daß bei einem massiven und einem aus vielen dünnen gegeneinander isolierten Kupferdrähten bei gleichem Gesamtquerschnitt und gleicher elektrischer Leitfähigkeit die Wärmeleitfähigkeit bei dem unterteilten Leiter kleiner ist, und daß in einem nicht gleichmäßig erwärmten homogenen Metallstück sehr starke Ströme auftreten. Es ist anscheinend das gleiche, was schon Egg-Siegberg 1900 gefunden hat. Besonders gut trat diese Erscheinung in Wolfram, Graphit und Ferrosilizium von 50% ein, was für die Theorie der Detektoren vielleicht von Wichtigkeit ist. Ebenso gelang es ihm auch, den Effekt in flüssigem Quecksilber nachzuweisen. Die Erscheinung ist gewissermaßen ein Gegenstück des Thomsoneffekts.

Eine Zusammenstellung der Fälle, in denen sich Thermoelemente ohne Platin verwenden lassen, die zeigt, daß dieses Edelmetall bis zu 1100° stets ersetzbar ist, und erst darüber nur durch optische Pyrometer vertreten werden kann, gibt G. Quainck[32]). E. D. Campbell[33]) weist auf den Parallelismus zwischen Thermokraft und spezifischen Widerstand in ihrer Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung und der Wärmebehandlung hin und schließt, daß für beides, Thermokraft und Widerstand, zwei Komponenten maßgebend sein müssen, das lösende Eisen und die aufgelösten Zusätze. Durch Messungen der Thermokraft muß es möglich sein, molekulare Änderungen in Stahl bei der Wärmebehandlung nachzuweisen. Einen Ersatz für das bisweilen leicht angreifbare Nickel in Thermoelementen findet O. L. Kowalke[34]) im Kobalt, wobei die Zusammenstellung Kobalt-Konstantan zweckmäßig ist. Beim Schmelzen von Metallen, z. B. Blei, Zinn, Zink, Kadmium tritt, wie C. R. Darling und A. W. Grace[35]) zeigen, keine Unstetigkeit der Thermokraft ein; dagegen bleibt sie bei Wismut nach dem Schmelzen über ein langes Temperaturbereich konstant.

Metallische Leitung. Mit der Frage der Gültigkeit des Ohmschen Gesetzes für sehr hohe Stromdichten beschäftigt sich H. Rausch v. Traubenberg[36]). Er arbeitet mit elektrischen Schwingungen und gelangt in den untersuchten

dünnen Drähten bis zu Stromdichten von $10,5 \cdot 10^4$ A/mm². Eine Abweichung vom Ohmschen Gesetz konnte er nicht feststellen. C. Benedicks[37]) setzt seine früheren Arbeiten über metallische Leitung fort und findet für metallische Aggregate, daß, wie schon Mathiesen behauptet hat, ihre Leitfähigkeit eine lineare Funktion ihrer Volumenkontraktion ist. Abweichungen von diesem Gesetz finden ihre Erklärung darin, daß dann eine gegenseitige Löslichkeit stattfindet. Zu einer interessanten Folgerung führen Versuche von A. W. Hull[38]), der die Elektronenemission eines Glühdrahtes in einer Vakuumröhre untersucht. Unter Umständen können aus ihm mehr Elektronen austreten als wieder eindringen, was dann einem negativen Widerstand entspricht. In geeigneter Schaltung kann dieser negative Widerstand eine Verstärkung des Spannungsabfalls an einem Ohmschen Widerstand bewirken, so daß eine Spannungsverstärkung eintritt, die bis zum 10000fachen Betrag möglich erscheint. Mit den Kamerlingh Onnesschen Versuchen über den supraleitenden Zustand bei den niedrigsten Temperaturen beschäftigt sich F. B. Silsbee[39]). Er findet, daß das kritische Magnetfeld, das ihn zum Verschwinden bringt, mit der ebenso wirkenden kritischen Stromstärke eng zusammengeht; denn das durch diese Stromstärke im Leiter selbst hervorgerufene Feld ist jenem Felde etwa gleich; es ist also der Schwellenwert der Stromstärke kein besonderer Effekt, sondern nur eine Folge des kritischen Magnetfeldes.

Mit den Widerständen dünner Metallschichten beschäftigen sich mehrere Arbeiten. S. Weber und E. Oosterhuis[40]) untersuchen Platin-, Wolfram- und Silberschichten. Bei allen findet man, daß bei Abnahme der Schichtdicke ihr Widerstand hyperbolisch zunimmt. Bei Platin hörte bei einer Dicke von 0,875 $m\mu$ die Leitfähigkeit völlig auf. Für gewisse Schichten gilt das Ohmsche Gesetz nicht mehr. E. W. Hobbs[41]) bemüht sich, bei seinen ähnlichen Versuchen möglichst reine Verhältnisse zu erzielen. Er beschäftigt sich hauptsächlich mit der Frage der Veränderlichkeit solcher Widerstände im Laufe der Zeit und ihrer Zunahme durch Gasaufnahme.

Den Druckkoeffizienten des Widerstands bei Drucken bis zu 12000 kg prüft P. W. Bridgemann[42]). Bei nur zwei Metallen, Wismut und Antimon, hat der Druckkoeffizient einen positiven, sonst stets einen im wesentlichen übereinstimmenden negativen Wert. Nur bei Tellur war er abnorm groß. Die Abhängigkeit von der Temperatur ist gering. Mit wachsendem Druck nimmt er merklich ab. Theoretisch sind die Vorgänge durch die bestehenden Theorien nicht zu erklären, höchstens durch die von Grüneisen, was B. Beckmann[43]) genauer untersucht. Er kann nur feststellen, daß die Übereinstimmung zwischen Theorie und Experiment noch sehr ungenügend ist.

Dielektrika. Von rein theoretischen Arbeiten ist nur eine zu erwähnen von U. Meyer[44]), die sich mit den Nachwirkungserscheinungen nach der Maxwellschen Theorie beschäftigt, die nach seinen Untersuchungen deren Verlauf nicht ohne weiteres richtig darstellt. Er schildert ein einfaches Modell, das die Verhältnisse bei reinen Substanzen abzuschätzen gestattet, und zeigt, daß die Ergebnisse mit den aus unmittelbaren Messungen erhaltenen Werten in Übereinstimmung sind.

Eine auch für die Theorie der Röntgenstrahlen wichtige Untersuchung veröffentlicht J. E. Lilienfeld[45]) über die Elektrizitätsleitung im höchsten Vakuum. Er stützt in dieser Arbeit seine früher aufgestellte Behauptung eines sehr starken Potentialgefälles am Brennfleck einer Röntgenröhre, was zur Annahme einer die Elektronen anziehenden Doppelschicht führt. F. W. Peeck[46]) beschäftigt sich mit der Wirkung hoher Gleichstromspannungen bis 150 kV auf Luft, Öl und feste Isolatoren. Er konnte feststellen, daß bei Luft und trockenem Öl die Verhältnisse für Gleich- und Wechselstrom gleich waren, wenn die Gleichspannung das $\sqrt{2}$-fache der effektiven Wechselspannung war. Bei feuchtem Öl war die Durchschlagsspannung merklich niedriger für Gleichstrom, entgegengesetzt für feste Isolatoren. Der Grund dafür ist in der vorhandenen Feuchtigkeit

zu suchen. Als praktisches Ergebnis seiner Arbeit schlägt er vor, die Prüfung von Kabeln besser mit Gleichstrom vorzunehmen, da die notwendigen Apparate wesentlich kleiner sein können. Die Leitfähigkeit von sehr dünnen Glimmerblättchen untersucht E. Branly[47]), der besonders den Einfluß von sehr kleinen Löchern in ihnen beachtet. Allgemeine Ergebnisse fand er nicht. Erwähnt sei gleichzeitig die jetzt vorliegende ausführliche Veröffentlichung von E. Ambronn[48]) über die Leitfähigkeit von Bergkristall (vgl. JB 1913, S 216). Den Temperaturkoeffizienten der Leitfähigkeit von Glimmer maß H. H. Poole[49]). Er ergab sich als proportional der 16. Potenz der absoluten Temperatur. Werden Isolatoren auf hohe Temperaturen gebracht, so sind ihre Widerstände im Vakuum und in Gas sehr verschieden, wie E. Podszus[50]) zeigt. Er fand als besten Isolator in den höchsten Temperaturen Borstickstoff.

Im wesentlichen praktische Fragen behandeln folgende Arbeiten: C. E. Skinner[51]) mißt die dielektrischen Verluste in einem großen Transformator, die durch $W = k \cdot \varepsilon^n$ darstellbar sind, worin ε die zufällige effektive Leistung darstellt; k und n sind Konstanten, die von der Temperatur abhängen. Ausführliche Zusammenstellungen der Verhältnisse bei Hochspannungskondensatoren bringt die Arbeit von M. Grünberg[52]). Die Verluste wachsen etwas schneller als das Quadrat der Spannung. Sie sind bei der üblichen Temperatur etwa proportional der Frequenz, steigen aber mit der Temperatur rasch an. Glimmer ist vorteilhafter als Glas, Hartpapier ist bei Zimmertemperatur noch gut, seine Verluste steigen aber bei Anwachsen der Temperatur besonders stark an. M. Bottler[53]) bespricht die an Isolierlacke zu stellenden Anforderungen und weist besonders auf die Kunstharzlacke hin.

Endlich sei eine Arbeit von F. Sanford[54]) erwähnt, der die Dielektrizitätskonstanten einiger Metalle mißt, die bis zu 5670 bei Cäsium ansteigen.

Lichtempfindlichkeit von Selen. Bei Untersuchungen über den Widerstand und die Polarisation von Selenzellen findet H. Greinacher[55]), daß man eine Selenzelle als einen Selenwiderstand mit parallelgeschalteter Polarisationszelle auffassen kann. Die Belichtung setzt nicht die Polarisationsspannung herab, sondern vermindert den Widerstand. Die Polarisationsspannungen setzen sich aus wahren Spannungen und Potentialen aus Kapazitätswirkungen zusammen. Der Stromanstieg erfolgt bei belichteter und unbelichteter Zelle gleichartig. Die belichtete Zelle verhält sich bei Dauerstrom wie auch in den ersten Milliontel Sekunden nach Stromschluß wie eine verdunkelte Zelle mit parallel geschaltetem Ohmschen Widerstand. Der Lichteinfluß besteht also auch im Anfang in einer Verminderung des eigentlichen Selenwiderstandes; der Widerstand ist unmittelbar nach Stromschluß praktisch gleich dem bei Dauerstrom. Die Polarisationserscheinungen sind im wesentlichen sekundärer Art. Die Abhängigkeit der Empfindlichkeit von der Temperatur ist nach E. O. Dieterich[56]) derart, daß die Empfindlichkeit abnimmt. Die Maxima der Empfindlichkeit verschieben sich im allgemeinen nach dem blauen Ende des Spektrums. Mit der Frage der Verwendung von Selenzellen zur Intensitätsmessung von Röntgenstrahlen beschäftigt sich R. Fürstenau[57]). Seine Zellen werden schnell konstant und bleiben Jahre lang unverändert. Auch die anfangs ansteigende Empfindlichkeit erreicht bald einen konstanten Wert. Die Verdunkelungsträgheit ist größer als die Belichtungsträgheit. Meßfehler durch selektive Absorption sind nicht zu erwarten.

Die Lichtempfindlichkeit an Selen ist keine einzig dastehende Eigenschaft: T. W. Case[58]) fand eine ganze Reihe von Kristallen, die ähnliche Eigenschaften besitzen; z. B. Jodsilber, Silberoxyd, Sulfide von Wismut (z. B. Bi_2S_3, was sehr wirksam ist, aber einen sehr hohen Eigenwiderstand besitzt), Molybdän, Silber, Blei und Verbindungen von Blei oder Silber mit Schwefel, Antimon oder Arsen.

Wechselströme und Hochfrequenz. H. Görges[59]) weist auf die einfache und übersichtliche Art der topographischen Darstellung von Wechselspannungen hin; insbesondere zeigt er an Beispielen, wie man dabei zu einer Gleichung gelangt, die erkennen läßt, wann die Gefahr einer großen Überspannung gegen Erde auftritt, und wie die Überwachung des Isolationszustandes durch Spannungsmessung

möglich ist. Die Erscheinungen der unipolaren Induktion bei einem zylindrischen Kondensator, der innerhalb eines magnetisierten konaxialen Solenoides sich dreht, untersucht H. Kennard[60]). Der rotierende Kondensator wird geladen, während die Rotation des Solenoides keine Wirkung zeigt. Daraus folgt die Unmöglichkeit einer Mitführung der Kraftlinien. Zur Erklärung der Erscheinungen ist es notwendig, einen absolut ruhenden Äther anzunehmen.

Eine Reihe von Arbeiten untersucht theoretisch die Wellenfortpflanzung in Leitern. So O. Böhm[61]) die Einwirkung von Wanderwellenspannungen auf Transformatorenwicklungen. Von besonderem Interesse sind seine praktischen Folgerungen über die Windungsbeanspruchung; es ist möglich, jeden Transformator durch möglichst hohe, parallel geschaltete Kapazitäten und überbrückte vorgeschaltete Induktionsspulen gegen alle Einwirkungen hochfrequenter Schwingungen zu schützen. A. Maior[62]) behandelt die Ausgleichsvorgänge beim Einschalten langer Leitungen mit Wechselstrom, auch wenn Ableitung vorhanden ist. Seine Formeln gelten nicht nur für gewöhnlichen Wechselstrom, sondern auch für eine nach dem Gesetz $E = E_0 (1 - e^{-bt})$ wirkende Spannung am Sendungsende. Endlich mißt L. Binder[63]) Form, Höhe und Verlauf von Wanderwellen an praktisch wichtigen Anordnungen, bei Freileitungen und Kabeln. Hauptsächlich erstrecken sich seine Versuche auf die Festlegung der Form des Wellenkopfes. Die Wellengeschwindigkeit ergab sich im Kabel zu 174000 km/s. Hingewiesen sei auf die Vergleichung mit den Vorgängen in einem Hertzschen Schwingungskreis und dessen Anschauungen und mit den Versuchen von Righi und Lebedew. Den Fall der Resonanzfrequenz von Schwingungskreisen bei parallel geschalteten Widerständen untersucht M. Reithoffer[64]). Er findet drei Resonanzlagen, je nachdem man das Maximum der Kondensatorspannung, des Kondensatorstroms oder des Summenstroms in Betracht zieht. Die Tabellen und graphischen Darstellungen von O. Baillie[65]) gestatten eine einfache Berechnung des Koppelungskoeffizienten von zwei flachen Spulen. E. F. Northrup und G. R. Thompson[66]) messen durch Bestimmung der Erwärmung die Verluste in unterteilten Leitern bei hohen Frequenzen. Die Abnahme der Verluste scheint dem Drall proportional zu sein; je dünner die Einzeldrähte, je inniger sie versponnen und je vollkommener sie voneinander isoliert sind, desto mehr nähert sich der Wechselstromwiderstand dem Gleichstromwiderstand. Die Einzeldrähte müssen aber so verflochten sein, daß sie abwechselnd innen und außen liegen. A. Press[67]) berechnet den Wechselstromwiderstand von Leitern mit großen rechteckigen Querschnitten. Beispiele zeigen die Anwendung der Formeln. O. E. Magnusson und S. R. Burbank[68]) beschreiben ein für Unterrichtszwecke gebautes künstliches Kabel als Modell eines Telephonkabels, einer Telephonluftleitung oder einer elektrischen Kraftübertragung.

Über Hochfrequenzgeneratoren handelt eine Arbeit von W. C. White[69]), der dazu eine Glühkathodenröhre verwendet; ihm gelingt es, sie für Periodenzahlen von 0,5 bis $50 \cdot 10^6$ in der Sekunde zu verwenden. Die Liebenröhre vom physikalischen Standpunkt aus behandeln R. Lindemann und E. Hupka[70]). Besonders wird auf ihre Verwendung für Meßzwecke geachtet, wobei sie aber nur mit Vorsicht zu gebrauchen ist, da sie die Kurven verzerrt. Auch eine Arbeit von M. Latour[71]) über den gleichen Gegenstand sei hier erwähnt. Er weist besonders auf ihre grundsätzliche Übereinstimmung mit einer fremderregten Dynamomaschine hin. Mit den Unterschieden zwischen Gleich- und Wechselstromentladungen unter sonst gleichen Bedingungen beschäftigt sich J. C. Jensen[72]) Die ultraviolette Bestrahlung bewirkt bei beiden die Aufhebung des Entladeverzugs. Die Wechselspannungen sind durchweg höher als die Gleichspannungen. Die Zeit, während deren die Wechselspannung höher sein muß als die normale Entladespannung, ist angenähert 0,002 s.

Mehrere Arbeiten untersuchen den Mechanismus der Wellenfortpflanzung um die Erdkrümmung. So R. Sommerfeld[73]), der feststellt, daß die Krümmung der Erde einen Zerstreuungsfaktor mit sich bringt; die Schwächung wächst nach Theorie und Experiment proportional der auf der Oberfläche gemessenen Ent-

fernung. Eine Vergrößerung der Wellenlänge setzt die Zerstreuung herab. Reflexionen an Luftschichten dürfen nur für die abnorm großen und unregelmäßigen Reichweiten bei Nacht angenommen werden. F. Löwenstein[74]) findet, daß die Zerlegung der Wellen in Raum- und Oberflächenwellen keine Berechtigung hat. Man kann die Übertragung ansehen als beruhend auf der Leitung von Erdströmen mit Radiofrequenz, nicht aber als modifizierte Wellen eines Hertzschen Oszillators. H. H. Macdonald[75]) endlich stellt eine allgemeine Formel für unvollkommene Leitung auf und findet, daß die unvollkommene Leitung des Meerwassers praktisch vernachlässigt werden kann.

Zum Schluß seien einige Arbeiten über Detektoren erwähnt. V. A. Hunt und L. E. Whittemore[76]) prüfen die Abhängigkeit der gebräuchlichen Typen von Temperatur, Luftdruck und Feuchtigkeit. D. Owen[77]) untersucht den Einfluß der Zeit auf den Widerstand der Kontakte. Er findet, daß die Änderung des Widerstandes mit der Spannung völlig thermischen Ursachen zuzuschreiben ist. Ein bedeutender Bruchteil des Kontaktwiderstands ruht in einer Schicht molekularer Dichte in dem Zwischenraum zweier Kontaktelemente. An dieser Stelle allein kommt eine Gleichrichtewirkung bei Hochfrequenz zustande. L. S. McDowell und F. G. Wick[78]) stellen fest, daß die Gleichrichtewirkung des Siliziumdetektors bis zu $3 \cdot 10^8$ Per/s derart ist, daß der gleichgerichtete Strom proportional dem Quadrat des durchfließenden Wechselstromes ist. P. Collet[79]) untersucht eingehend den Bleiglanzdetektor, und C. Bergholm[80]) beschreibt einen Molybdänglanz-Platin-Gleichrichter mit gelöteten Kontakten von dreißigfacher Gleichrichtewirkung.

Elektronentheorie. Die Arbeiten über die Größe des Elektrons sind bereits erwähnt. Hier sei zunächst auf zwei allgemeinverständliche Vorträge von J. J. Thomson[81]) über die elektrischen Eigenschaften der Gase und industrielle Anwendungen der Elektronen hingewiesen. Die Masse der Elektrizitätsträger, die man im allgemeinen zu $^1/_{1845}$ des Wasserstoffatoms annimmt, fanden R. C. Tolman und T. D. Stewart[82]) aus Versuchen in Metallen merklich größer, bis zu $^1/_{1540}$ in Silber.

Von Arbeiten über Thermionen sei zunächst eine von W. Hüttemann[83]) erwähnt. Er konnte eine Elektronenabgabe genau nach der Richardsonschen Formel bis zu Temperaturen von rd. 2100° für Wolfram und Tantal nachweisen. Bei der Untersuchung auf positive Ionenabgabe fand er, daß die Drähte nicht nur Ionen von Wasserstoffatomen, sondern auch solche von Molekeln abgaben und daneben stets noch Metallionen. Kalziumoxyd liefert keine positiven Ionen. O. W. Richardson[84]) und seine Mitarbeiter untersuchen die von heißen Platindrähten ausgehenden Ströme, insbesondere ihre Abhängigkeit von der angelegten Spannung und der Glühdauer. Es entstehen dabei aber einige Unregelmäßigkeiten, die noch nicht sicher aufgeklärt sind. Ähnliche Versuche wurden auch in Quecksilberdämpfen ausgeführt. Unter gewissen Umständen treten dabei ultraviolette Entladungen auf, wie durch eine Photoelektrode nachzuweisen war, oder sogar Glimmentladungen. Während Metalle keine charakteristische positive Emission aufweisen, ist das bei Salzen, wie A. T. Waterman[85]) zeigt, der Fall, indessen nicht für alle. Die negative Emission besteht aus Elektronen, manchmal begleitet von einer charakteristischen Emission der andern Salzbestandteile.

Eine große Anzahl von Arbeiten knüpft an das Bohrsche Atommodell an, dessen Wichtigkeit immer deutlicher hervortritt. Es seien von diesen Arbeiten nur einige ganz wenige erwähnt. A. Haas[86]) weist auf gewisse Schwierigkeiten der Theorie hin, die sich seiner Meinung nach so umgehen lassen können, daß man als Kernladung auch positive Elementarquanten annehme, von einer Anzahl, die etwa dem Atomgewicht gleich ist. K. Glitscher[87]) entwickelt Formeln für die Feinstruktur wasserstoffähnlicher Spektrallinien und findet dann bei Anwendung auf das Experiment, daß nur die Lorentzsche, nicht aber die Abrahamsche Theorie der Elektronen damit übereinstimmt. Eine Theorie des starren, nicht deformierbaren Elektrons erweist sich als unmöglich. Nebenher

ergibt sich eine Stütze der Relativitätstheorie. Th. Wereide[88]) beschäftigt sich mit einer Anwendung der für Systeme großer Dimensionen gültigen Maxwellschen Gleichungen auf Atomgrößen, wobei zunächst, wie nicht anders zu erwarten, Widersprüche entstehen; es gelingt ihm aber nachzuweisen, daß diese sich leicht beseitigen lassen.

Sodann sei auf einen ausführlichen, mit Literaturangaben versehenen, zusammenfassenden Bericht von J. Stark[89]) über die Ionisierung der chemischen Elemente durch Elektronenstoß hingewiesen, der bis auf die letzten vorliegenden Arbeiten fortgeführt ist. Endlich sei auf den Bd IV des Handbuchs der Radiologie, herausgegeben von C. Marx[90]) aufmerksam gemacht, das das ganze Gebiet nach dem neuesten Stande der Forschung darstellt; neben den mehr in andere Abschnitte gehörenden Berichte von W. Wien über Kanalstrahlen, Polarisation, Dopplereffekt und elektrische Aufspaltung, von A. Hagenbach über den Lichtbogen bei Gleich- und Wechselstrom, die Moissanschen und Lummerschen Versuche, enthält es einen Beitrag von O. W. Richardson und E. Marx über Glühelektroden, die Coolidge- und Lilienfeldröhre, die Anwendung der Gesetze der kinetischen Gastheorie auf die von Glühelektroden ausgesandten Elektronen, und einen Aufsatz von E. Marx über Flammenleitung, die Lenardsche und Marxsche Theorie.

Photoelektrizität. H. Eichler[91]) untersucht den Einfluß der Gase auf den lichtelektrischen Effekt bei Platin, Palladium und Eisen. In allen Fällen trat eine bedeutende Erhöhung der Empfindlichkeit bei Gasbeladung ein. W. H. Souders[92]) stellt bei Lithium, Natrium und Kalium, entgegen den Untersuchungen von Pohl und Pringsheim, Empfindlichkeitsmaxima im hohen Vakuum fest. Der Unterschied ist möglicherweise durch die verschiedene Oberflächenbeschaffenheit zu erklären. R. J. Piersol[93]) studiert die Abhängigkeit des lichtelektrischen Sättigungsstromes bei Metallen von dem Gasgehalt. Die Veränderung der Empfindlichkeit von Photozellen mit der Zeit untersucht H. E. Ives[94]). An einer Kalizelle mit Heliumfüllung ergab sich während einer Zeit von 8 Monaten, in der die Zelle verschiedenartig benutzt wurde, eine Zunahme der Rot-, meistens aber eine Abnahme der Blauempfindlichkeit. Es traten Änderungen bis zu 40% auf.

Die Identität des normalen und selektiven Photoeffekts wollen R. A. Millikan und W. H. Souders[95]) festgestellt haben. Sie finden, daß die Anwesenheit von Gasen bei Kalium nur für die längeren Wellen bis zu 260 mμ notwendig ist. Der selektive Effekt ist nur als der normale in der Nähe einer Absorptionsbande anzusehen. Die einzige Bedingung für das Abgeben zahlreicher Elektronen ist die Übereinstimmung einer aufgedrückten Frequenz mit einer natürlich vorhandenen. Für Lithium besonders ergibt sich kein Unterschied zwischen normalem und selektivem Effekt. Hieran anschließend sei auf die Zurückweisung einer Kritik von Millikan an C. Ramsauers[96]) Arbeiten durch diesen selbst hingewiesen.

Von Mitteilungen über die praktische Bewährung von Photozellen sei zunächst eine astronomische Arbeit von P. Guthnick und R. Prager[97]) erwähnt, die die große erreichbare Genauigkeit bei astronomischen Helligkeitsmessungen betonen; E. Barkow[98]) beschreibt die Eigenschaften von verschiedenen Zellen, die zur Messung der Sonnenstrahlung dienen sollen, wobei sich herausstellte, daß sie noch nicht ohne weiteres den zu stellenden Anforderungen genügten, insbesondere bei größeren Helligkeiten. Demgegenüber weist C. Dorno[99]) auf seine sehr günstigen Erfahrungen in ähnlichen Fällen hin. Er glaubt, jene schlechten Erfahrungen auf Überlastung der Zellen zurückführen zu müssen. Wegen der vielfachen sehr interessanten Einzelheiten muß auf die Arbeiten selbst verwiesen werden.

Kathoden- und Kanalstrahlen. Zunächst sei der Vollständigkeit wegen auf schon früher erwähnte Arbeiten hingewiesen, auf J. J. Thomsons[81]): Elektrische Eigenschaften der Gase, Lilienfelds[45]) Arbeit über Elektrizitätsleitung im höchsten Vakuum und die Doppelschicht im Auftreffpunkt der Kathoden-

strahlung, und die betreffenden Abschnitte in Marx'[90]) Handbuch der Radiologie, sowie auf einen Bericht von J. Stark[100]) über die Träger der Spektren der chemischen Elemente. M. Wolfke[101]) beschreibt seine Versuche, wie man in wenigen Sekunden photographisch schleierfreie scharfe Kanalstrahlparabeln ohne Solarisation erhalten kann, und findet, daß auffallende Kanalstrahlen eine durchdringende Strahlung auszulösen vermögen. Das gelang zunächst für Zinn und Blei. Es handelt sich bei diesem neuen Effekt vermutlich um die charakteristische L-Serie dieser Elemente. H. Maurer[102]) fand einen engen Zusammenhang zwischen der Kathodenstrahlung der Sonne und der Ausdehnung des die Sonne stets umgebenden kreisförmigen Scheines, des Bishopschen Ringes. O. H. Smith[103]) stellt fest, daß hinter einer durchbohrten Kathode bei Drucken von 0,008 bis 0,015 mm Strahlen aus negativen und positiven Trägern auftreten, die meistens aus Wasser- bzw. Sauerstoffmolekeln bestehen. J. Koenigsberger[104]) berichtet über Versuche über Streuungsabsorption von Kanalstrahlen, indem er die von den Kathodenstrahlen her bekannte Schlußweise, aus Durchquerungen der Atome auf das Atominnere zu schließen, auf Kanalstrahlen überträgt. Er wendet seine Folgerungen auf das Lenard-Bohrsche Atommodell an und kann bisher eine Übereinstimmung mit der Theorie feststellen. J. Stark[105]) beschäftigt sich mit der Ermittlung des Spektrums eines einwertigen mehratomigen Molekel-Ions, wobei er in der Hauptsache auf die Wasserstoffspektren eingeht und den Zusammenhang der verschiedenen möglichen und ihrer Träger klarstellt. Außerdem wird auf das Auftreten eines kontinuierlichen Spektrums hingewiesen, wenn sich ein Elektron an positive Ionen anlagert. Endlich untersucht A. J. Dempster[106]) die Lichterregungen durch langsame positive und neutrale Teilchen in einem Wehneltrohr mit durchlochter Kathode im hohen Vakuum. Im wesentlichen wird nur ein positiver Strahl sichtbar. Wird der Druck höher, so tritt noch ein neutraler Strahl hinzu. Es genügt bereits eine sehr geringe Geschwindigkeit zur Erregung von Licht. Die Lichtemission braucht nicht nur in der Rückkehr eines losgelösten Elektrons zum Restatom zu bestehen, sondern kann auch auf der Lagenänderung des Emissionselektrons innerhalb des Atomverbandes nach der Bohrschen Theorie beruhen.

Röntgenstrahlen. Von der Unzahl Arbeiten über Röntgenstrahlen seien zunächst zur Erlangung einer Übersicht eine Reihe zusammenfassender Berichte erwähnt: Von M. v. Laue[107]) über Kristallforschung mit Röntgenstrahlen; von R. Glocker[108]) über die Meßmethoden der Röntgenstrahlen; von E. Wagner[109]) über Röntgenspektroskopie, von M. Siegbahn[110]) über Emissions- und Absorptionsspektren der Röntgenstrahlen; von F. Janus[111]) über das Wesen und die Entwicklung der Elektronenröntgenröhre, und endlich vom mehr kristallographischen Standpunkt von A. Johnsen[112]) über die Anordnung der Atome im Kristall und F. Rinne[113]) über die Leptonenkunde (ein neuer vom Verf. unnötigerweise vorgeschlagener Name) als Feinbaulehre der Stoffe.

Zur Erzeugung möglichst homogener und harter Röntgenstrahlen bauen H. Wintz und L. Baumeister[114]) im Anschluß an P. Ludewig ein Symmetrieinduktorium, bei dem primär der Unterbrecher in die Mitte der Spule und desgleichen sekundär die Funkenstrecke angeordnet ist. A. H. Compton[115]) beschreibt einen registrierenden Röntgenspektrographen nach dem Prinzip der Drehkristallmethode mit Ionisationskammer und besonderer Registriervorrichtung zur Registrierung der Intensität der Linien. Zur Prüfung seiner Brauchbarkeit wird das viel untersuchte Wolframspektrum neu aufgenommen. Eine Arbeit von E. Rutherford[116]) behandelt das Durchdringungsvermögen der Röntgenstrahlen einer Coolidge-Röhre. Er gelangt dabei durch Vergleichung mit der Gammastrahlung von Radium *C* zu der Annahme, daß die Wellenlänge von dessen durchdringendster Strahlung in der Nähe von $1 \cdot 10^{-8}$ mm liegen muß. Derart kurze Wellenlängen lassen sich durch Kristallanalyse nicht mehr feststellen. Endlich untersucht H. B. Keene[117]) die Brechung von Röntgenstrahlen und findet, daß die Brechkraft einiger Metalle für diese sich nur um wenige Einheiten der 6. Dezimale von eins unterscheiden können.

Die weitaus meisten Arbeiten behandeln die Erforschung der Kristallstruktur. So kann P. Debye[118]) nach seiner Methode die Atomanordnung von Kohlenstoff und Graphit, wonach es nur zwei Kohlenstoffmodifikationen, Diamant und Graphit gibt, und von Wolfram aus Versuchen an Wolframpulver feststellen, als kubischen Kristall mit einem würfelförmigen Elementarbereich von $3{,}18 \cdot 10^{-8}$ cm Kantenlänge. L. Vegard und H. Schjelderup[119]) wenden das röntgenspektroskopische Verfahren zur Prüfung der Konstitution von Mischkristallen an, wobei die untersuchten einheitlichen Kristalle reflektierten. H. Seemann[120]) führt seine im letzten Bericht mitgeteilten Versuche über sein Spalt- bzw. Lochkameraverfahren weiter und beschreibt einen Spektrographen dafür, der leicht sehr scharfe Linien gibt, wofür er ein Beispiel an Zucker mitteilt. P. Debye[121]) gelingt aus den K-Serien der Röntgenspektra der Nachweis, daß mit hoher Wahrscheinlichkeit alle Atome einen ersten einquantigen Ring enthalten, der aus drei Elektronen besteht. L. Vegard[122]) stellt eine Tabelle auf, die für sämtliche Elemente die Anordnung der Ringe und die Anzahl der Atome in ihnen angibt. Er zeigt, daß für ihr chemisches Verhalten im wesentlichen die äußeren Ringe maßgebend sind, und daß die Tabelle ihre chemischen Eigenschaften richtig wiedergibt. Die inneren Ringe beeinflussen im wesentlichen die chemischen Affinitätskräfte. Auch die Unterschiede im Leitvermögen können so dargestellt werden. Endlich behandelt C. Runge[123]) die Bestimmung der Struktur eines Kristalls aus Röntgenaufnahmen vom mathematischen Standpunkt aus.

Radioaktivität. Von zusammenfassenden Darstellungen sei zunächst das umfangreiche Werk von St. Meyer und E. v. Schweidler[124]) über Radioaktivität genannt, das das gesamte Gebiet ausführlich behandelt und als neuestes und bestes Werk darüber bezeichnet werden muß. Einzelne besondere Kapitel behandeln folgende Arbeiten: Von O. Hönigschmidt[125]) über Radioelemente, von K. Fajans[126]) über den Begriff des chemischen Elementes und die Erscheinungen der Isotopie und R. Lawson[127]) über absolute Zeitmessung in der Geologie auf Grund der radioaktiven Erscheinungen.

Einen neuen Versuch, die Umwandlungsgeschwindigkeit der Strahlstoffe künstlich zu beeinflussen, machen J. Danysz und L. Wertenstein[128]). Sie versuchten es durch intensive Bestrahlung mit α-Strahlen, konnten aber nicht die geringste Beeinflussung nachweisen. Von Arbeiten über die Atomgewichte von Radiostoffen sei eine von O. Hönigschmidt[129]) erwähnt, der das Thoriumblei neu bestimmt. Er findet dafür 207,77 in Übereinstimmung mit früheren Ergebnissen von F. Soddy, während man für gewöhnliches Blei 207,2 annimmt. Th. W. Richards und Th. Wadsworth[130]) untersuchen Bleisorten verschiedenen Ursprungs und finden wie oben für gewöhnliches Blei 207,2, dagegen für Radioblei merklich niedrigere Werte bis zu 206,05. Spektroskopische Untersuchungen höchster Sorgfalt ließen keinen Unterschied gegen gewöhnliches Blei erkennen.

B. Keetmann[131]) untersucht eingehend die Absorption der γ-Strahlung und kommt zu dem Ergebnis, daß alle bisher bestimmten Absorptionskoeffizienten Zufallswerte sind, die von der benutzten Apparatur abhängen; die von ihm gefundenen Werte sind durchweg höher als die sonst vorliegenden. Die genauere Analyse liefert mehrere Typen von γ-Strahlungen.

Endlich bestimmt B. Walter[132]) mit besonderer Genauigkeit die Zerfallskonstante von Radiothor, und findet die Halbwertszeit zu 685 Tagen.

Wegen der zahlreichen übrigen Arbeiten radioaktiven Inhalts muß, da hier von geringerem Interesse, auf die im vorigen Jahresbericht gegebenen Zusammenstellungen verwiesen werden.

[1]) M. Schlick, Naturwiss. 1917, S 161. — [2]) E. Reichenbächer, Ann. Phys. R 4, Bd 52, S 134, 174. — [3]) A. Einstein, Berl. Ber. 1917, S 142. — [4]) O. Lodge, Phil. Mag. R 6, Bd 34, S 81. — [5]) A. S. Eddington, Phil. Mag. R 6, Bd 34, S 163. — [6]) G. Helm, Phys. Z. 1917, S 456. — [7]) G. Mie, Phys. Z. 1917. S 551. — [8]) M. v. Laue, JB Rad. u. El. 1917, S 263. — [9]) J. Ishiwara, Proc. Math. Phys. Soc. Tokyo, 1916, S 431. — [10]) H. Rubens, Berl. Ber. 1916, S 1280;

1917, S 47, 556. — [11]) R. A. Millikan, Phil. Mag. R 6, Bd 34, S 1. — [12]) F. Ehrenhaft, Phys. Z. 1917, S 352. — [13]) G. Laski, Ann. Phys. R 4, Bd 53, S 1. — [14]) J. Parankiewicz, Phys. Z. 1917, S 567. — [15]) L. Flamm, Phys. Z. 1917, S 515. — [16]) J. Spielrein, El. Masch.-Bau 1917, S 161. — [17]) W. Deutsch, El. Masch.-Bau 1917, S 285. — Arch. El. Bd 6, S 225. — [18]) R. C. Tolman u. D. C. Stewart, Phys. Rev. R 2, Bd 8, S 97. — [19]) A. Korn, Phys. Z. 1917, S 323, 341, 504, 581. — [20]) A. E. Kennelly, F. H. Achard u. A. S. Dana, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 692. — [21]) P. Luckey, Electr. (Ldn.) Bd 77, S 947. — [22]) W. Mathiesen, ETZ 1917, S 573. — [23]) A. W. Smith, Phys. Rev. R 2, Bd 8, S 79. — [24]) W. H. Chapman, USP 1202672. — El. World Bd 70, S 102. — [25]) G. W. O. Howe, Phys. Soc. London Proc. 1917, S 339. — [26]) A. Bolliger, Arch. El. Bd 6, S 100. — [27]) L. Bouchet, C. R. Bd 163, S 479. — [28]) S. Mikola, Phys. Z. 1917, S 158. — [29]) J. Frenkel, Phil. Mag. R 6, Bd 33, S 297. — [30]) W. Voigt, Phys. Z. 1917, S 257. — [31]) C. Benedicks, C. R. Bd 163, S 751, 791; Bd 165, S 391, 442. — [32]) G. Quainck, ETZ 1917, S 180. — [33]) E. D. Campbell, Electr. (Ldn.) Bd 78, S 23. — [34]) O. L. Kowalke, Am. Electrochem. Soc. Trans. Bd 29, S 561. — [35]) C. R. Darling u. A. W. Grace, Electr. (Ldn.) Bd 78, S 425. — [36]) H. Rausch v. Traubenberg, Phys. Z. 1917, S 75. — [37]) C. Benedicks, JB Rad. u. El. 1917, S 470. — [38]) A. W. Hull, Phys. Rev. R 2, Bd 7, S 141. — [39]) F. B. Silsbee, Journ. Wash. Acad. Bd 6, S 597. — [40]) S. Weber u. E. Oosterhuis, Versl. K. Ak. v. Wet. Bd 25, S 606. — K. Ak. Amsterd. Proc. 1917, S 597. — [41]) E. W. Hobbs, Phil. Mag. R 6, Bd 32, S 141. — [42]) P. W. Bridgeman, Am. Acad. Proc. 1917, S. 573. — [43]) B. Beckmann, Phys. Z. 1917, S 507. — [44]) U. Meyer, Verh. D. Phys. Ges. 1917, S 139. — [45]) J. E. Lilienfeld, Leipz. Ber. 1917, S 45. — [46]) F. W. Peek, Electr. (Ldn.) Bd 77, S 734. — [47]) E. Branly, C. R. Bd 163, S 943; Bd 165, S 450. — [48]) E. Ambronn, Nova Acta 1917, S 101. — [49]) H. H. Poole, Phil. Mag. R 6, Bd 34, S 17. — [50]) E. Podszus, Verh. D. Phys. Ges. 1917, S 231. — [51]) C. E. Skinner, Journ. Frankl. Inst. 1917, S 667. — [52]) M. Grünberg, Verluste im Dielektrikum technischer Kondensatoren, Berlin 1916. — [53]) M. Bottler, ETZ 1917, S 149. — [54]) H. Sanford, Phys. Rev. R 2, Bd 8, S 89. — [55]) H. Greinacher, Verh. D. Phys. Ges. 1917, S 51. — [56]) E. O. Dieterich, Phys. Rev. R 2, Bd 8, S 191. — [57]) A. Fürstenau, Naturwiss. 1917, S 612. — [58]) T. W. Case, Phys. Rev. R 2, Bd 9, S 305. — [59]) H. Görges, Arch. El. Bd 6, S 1. — [60]) H. Kennard, Phil. Mag. R 6, Bd 33, S 179. — [61]) O. Böhm, Diss. Darmstadt 1917. — [62]) A. Maior, ETZ 1917, S 279. — [63]) L. Binder, ETZ 1917, S 381. — [64]) M. Reithoffer, JB drahtl. Telegr. Bd 11, S 466. — [65]) O. Baillie, Electr. (Ldn.) 79, S 974. — [66]) E. F. Northrup u. G. R. Thompson, Journ. Frankl. Inst. Juli 1916. — [67]) A. Press, Phys. Rev. R 2, Bd 8, S 417. — [68]) C. E. Magnusson u. S. R. Burbank, Proc. Am. Inst. El. Eng. 1916. — [69]) W. C. White, Electr. (Ldn.) Bd 78, S 327. — El. Masch.-Bau 1917, S 85. — [70]) R. Lindemann u. C. Hupka, JB drahtl. Telegr. Bd 12, S 218. — [71]) M. Latour, Electr. (Ldn.) Bd 78, S 278. — [72]) J. C. Jensen, Phys. Rev. R 2, Bd 8, S 433. — [73]) R. Sommerfeld, JB drahtl. Telegr. Bd 12, S 2. — [74]) F. Löwenstein, JB drahtl. Telegr. Bd 12, S 156. — [75]) H. H. Macdonald, JB drahtl. Telegr. Bd 12, S 45. — [76]) V. A. Hunt u. L. E. Whittemore, Electr. (Ldn.) Bd 78, S 241. — [77]) D. Owen, Electr. (Ldn.) Bd 78, S 278. — [78]) L. S. McDowell u. F. G. Wick, Phys. Rev. R 2, Bd 8, S 133. — [79]) P. Collet, C. R. Bd 163, S 90. — [80]) C. Bergholm, Ann. Phys. R 4, Bd 52, S 101. — [81]) J. J. Thomson, Electr. (Ldn.) Bd 79, S 314. — Engineering, Bd 103, S 455, 562. — [82]) R. C. Tolman u. T. D. Stewart, Phys. Rev. R 2, Bd 9, S 164. — [83]) W. Hüttemann, Ann. Phys. R 4, Bd 52, S 860. — [84]) O. W. Richardson, Phil. Mag. R 6, Bd 31, S 499; Bd 32, S 426. — H. Lester, Bd 31, S 549. — [85]) A. T. Waterman, Phil. Mag., R 6, Bd 33, S 225. — [86]) A. Haas, Phys. Z. 1917, S 400. — [87]) K. Glitscher, Ann. Phys. R 4, Bd 52, S 608. — [88]) Th. Wereide, Ann. Phys. R 4, Bd 52, S 276. — [89]) J. Stark, JB Rad. u. El. 1916, S 395. — [90]) Handbuch der Radiologie IV, hrsg. v. E. Marx, Leipzig 1916. — [91]) H. Eichler, Z. wiss. Phot. 1916, S 395. — [92]) W. H. Souders, Phys. Rev. R 2, Bd 8, S 310. — [93]) R. J. Piersol, Phys. Rev. R 2, Bd 8, S 238. — [94]) H. E. Ives, El. World Bd 69, S 203. — [95]) R. A. Millikan u. W. H. Souders, Nat. Am. Acad. Proc. Bd 2, S 19. — [96]) C. Ramsauer, Ann. Phys. R 4, Bd 52, S 483. — [97]) P. Guthnick u. R. Prager, Berl. Ber. 1917, S 222. — [98]) E. Barkow, Phys. Z. 1917, S 214. — [99]) C. Dorno, Phys. Z. 1917, S 381. — [100]) J. Stark, JB Rad. u. El. 1917, S 139. — [101]) M. Wolfke, Phys. Z. 1917, S 128, 479. — [102]) H. Maurer, Mitt. Phys. Ges. Zürich 1916, S 105. — [103]) O. H. Smith, Phys. Rev.

R 2, Bd 7, S 625. — [104]) J. Koenigsberger, Ber. Akad. Heidelberg 1917, 13. Jan. — [105]) J. Stark, Ann. Phys. R 4, Bd 52, S 221, 255. — [106]) A. J. Dempster, Proc. Nat. Am. Acad. Bd 2, S 374. — [107]) M. v. Laue, Chem. Ber. Bd 50, S 8. — [108]) R. Glocker, Phys. Z. 1917, S 302. — [109]) E. Wagner, Phys. Z. 1917, S 405. — [110]) M. Siegbahn, Naturwiss. 1917, S 513. — [111]) F. Janus, El. Masch.-Bau 1917, S 386. — [112]) A. Johnsen, JB Rad. u. El. 1917, S 52. — [113]) F. Rinne, Naturwiss. 1917, S 49. — [114]) H. Wintz u. L. Baumeister, Münch. med. Wochenschr. 1917, 6. Febr. — [115]) A. H. Compton, Phys. Rev. R 2, Bd 7, S 646. — [116]) E. Rutherford, Phil. Mag. R 6, Bd 34, S 153. — [117]) H. B. Keene, Phil. Mag. R 6, Bd 32, S 603. — [118]) P. Debye, Phys. Z. 1917, S 291, 483. — [119]) L. Vegard u. H. Schjelderup, Phys. Z. 1917, S 53. — [120]) H. Seemann, Phys. Z. 1917, S 242. — [121]) P. Debye, Phys. Z. 1917, S 276. — [122]) L. Vegard, Verh. D. Phys. Ges. 1917, S 344. — [123]) C. Runge, Phys. Z. 1917, S 509. — [124]) St. Meyer u. E. v. Schweidler, Radioaktivität, Leipzig 1916. — [125]) O. Hönigschmidt, Chem. Ber. Bd 49, S 1835. — [126]) K. Fajans, JB Rad. u. El. 1917, S 314. — [127]) R. Lawson, Naturwiss. 1917, S 429. — [128]) J. Danysz u. L. Wertenstein, C. R. Bd 161, S 784. — [129]) O. Hönigschmidt, Z. Elchemie 1917, S 181. — [130]) Th. W. Richards u. Ch. Wadsworth, Proc. Nat. Am. Acad. Bd 2, S 694. — [131]) B. Keetmann, Ann. Phys. R 4, Bd 52, S 709. — [132]) B. Walter, Phys. Z. 1917, S 584.

Elektromedizin und Elektrobiologie.

Von Dr. Gustav Großmann.

Die Anwendung von Elektrizität und Licht in der Medizin.

Elektrotherapie. Die aus Lichtleitungsnetzen unmittelbar gespeisten Anschlußapparate, die sich vermöge ihrer Handlichkeit und Vielseitigkeit allgemeiner Beliebtheit erfreuen, haben die zur Erzeugung faradischen Stromes dienenden Schlittenapparate vielerorts vollständig verdrängt. Man ist nämlich vielfach dazu übergegangen, den von den Anschlußapparaten gelieferten sinoidalen Wechselstrom nicht allein für Heilzwecke, sondern auch für die Funktionsprüfung von Nerven an Stelle des faradischen Stromes zu benutzen. Schädigungen und sogar Todesfälle, die durch das Elektrisieren mit sinoidalem Wechselstrom, und zwar nicht allein bei Anwendung des drastischen Überrumpelungsverfahrens nach Kaufmann, sondern selbst bei Funktionsprüfungen verursacht worden sind, fordern die Elektrotherapeuten zur Stellungnahme in dieser Frage heraus. Nach M. Gildemeister[1]), H. Boruttau[2]) und H. E. Hering[3]) besteht eine Gefahr nur dann, wenn das Herz durchströmt wird. Die Gefährlichkeit des sinoidalen Wechselstromes führt Gildemeister auf zwei Umstände zurück. Erstens muß man ihn zwecks Erzielung einer bestimmten Reizwirkung oder Muskelzuckung viel stärker wählen als den faradischen Strom. Zweitens ist der bei gleicher Stromstärke auf das Herz ausgeübte Reiz, wie das aus Versuchen an Kaltblütern geschlossen werden kann, beim faradischen Strom viel schwächer als beim Wechselstrom. Daher soll man bei sinoidaler Faradisation die Durchströmung von Hals und Brustkorb vermeiden und Leute mit anatomisch oder funktionell geschädigtem Herzen nicht mit Wechselstrom behandeln. Gildemeister empfiehlt, jeden Anschlußapparat mit einem Schlitteninduktor zu versehen und den Wechselstrom bloß für therapeutische Zwecke und auch nur unterhalb einer gewissen Stromgrenze zu verwenden. Ungefähr auf das gleiche laufen die Vorschläge Boruttaus hinaus, der den Wechselstrom bloß für Badezwecke (Voll- und Vierzellenbäder) zulassen will. Hingegen geht M. Lewandowsky[4]) mit seiner Forderung, die Benutzung des Wechselstromes für medizinische Zwecke ganz zu untersagen, weiter, wenn nicht zu weit. A. Laqueur[5]), der die bei Vierzellenbädern üblichen Stromstärken von 5 bis 15 mA und auch die bei Wechselstromvollbädern angewandten Ströme von maximal 40 mA wohl für zulässig ansieht, würde dennoch das Ausscheiden der direkten Anwendung des Wechselstromes in der

Elektromedizin begrüßen. Dieselbe Ansicht äußert T. Cohn[6]), trotzdem seiner Meinung nach Grund zu einer Panik nicht vorliegt. Boruttau und Laqueur weisen auf den Mangel hin, daß die Stärke der Wechselströme nicht gemessen wird. Th. Christen[7]), der die Frage der Verwendbarkeit des Wechselstromes auf physikalischer Grundlage behandelt, betont die Notwendigkeit der Dosierung.

W. Müller[8]) ist es gelungen, sowohl akute als auch chronische Gonorrhoe lediglich mit Diathermie ohne schädliche Nebenwirkungen zu heilen. Gute Heilerfolge bei der Diathermiebehandlung gynäkologischer Erkrankungen weist W. Lindemann[9]) auf. H. Braun[10]) gibt Richtlinien zur Diathermiebehandlung der im Kriege häufig vorkommenden Erkrankungen an. H. R. Hohlweg[11]) macht seine über Diathermie im Felde gewonnenen Erfahrungen bekannt. H. Adam[12]) wendet bei der Bewegungsübung versteifter Gelenke mittels des Pendelapparates und ähnlich auch bei der Überdruckatmung in der pneumatischen Kammer zugleich auch Diathermie an.

Lichttherapie. Es mehren sich die Stimmen, die an der von Bach als Künstliche Höhensonne benannten und von der Quarzlampengesellschaft in Hanau unter jenem Namen vertriebenen Quarzlampe aussetzen, daß sie ihn unverdient trägt. Fr. Schanz[13]) weist auf Grund von Spektralaufnahmen nach, daß kein für Beleuchtung gebrauchtes Licht von demjenigen der Sonne mehr abweicht als das der künstlichen Höhensonne. Das Spektrum des Quarzlichtes ist diskontinuierlich, also ein Bandenspektrum. Manche Lichtarten, wie rotes Licht, fehlen ihm ganz. Hingegen enthält es (äußere) ultraviolette Strahlen kürzerer Wellenlängen als das Höhensonnenlicht. Wohl ist das Quarzlicht wegen der entzündungerregenden Wirkung der äußeren ultravioletten Strahlen für lokale Hautbehandlung sehr angebracht, doch um so weniger für die Allgemeinbehandlung innerer Leiden, da jene kurzwelligen Strahlen durch die Hautentzündung, die sie in kurzer Zeit erzeugen, verhindern, daß der Patient zum Genuß der inneren (längerwelligen) ultravioletten Strahlen gelangt, denen die Hochgebirgssonne ihre Wirksamkeit verdankt. Ulrichs und O. Wagner[14]) loben die Heilwirkung der Siemens-Aureollampe, einer Bogenlampe mit eingeschlossenem Lichtbogen, deren Licht demjenigen der Sonne mehr als das irgendeiner anderen künstlichen Lichtquelle gleicht. Sie haben mit der Aureollampe eine schnelle Reinigung von Haut- und Weichteilwunden und vorzügliche Heilerfolge bei Hauterkrankungen, bei Rheumatismus, Tuberkulose und bei Schwächezuständen erzielt. Nach der Ansicht von E. Kisch[15]) wird bei der Behandlung mit Sonnenlicht das Pigment durch die Wärmestrahlen und nicht durch die ultravioletten Strahlen hervorgerufen. Das von Strahlen letzterer Art herrührende Pigment hat einen Stich ins Rote. Das Licht der Aureollampe bringt dagegen eine ähnliche Braunfärbung wie Sonnenlicht hervor. Auch Disqué[16]) hält für die Wund- und die Allgemeinbehandlung das Bogenlicht des Scheinwerfers und vor allem das der Aureollampe für am besten geeignet. Ebenso zieht Strubel[17]) bei der Wundbehandlung das Kohlenbogenlicht dem Quarzlicht vor. Es fehlt aber auch nicht an guten Erfolgen in der Behandlung frischer Wunden mit der künstlichen Höhensonne, wie dies aus einer Mitteilung von P. Deus[18]) hervorgeht. Th. Christen[19]), der ebenfalls an Hand von Spektren nachweist, daß das Licht der künstlichen Höhensonne nicht als Ersatz für das Sonnenlicht angesehen werden kann, beschreibt ein Glühlichtbad, das sich vom Bergsonnenbad grundsätzlich in keiner Weise unterscheidet. Hingegen tritt H. L. Heusner[20]) unentwegt für die künstliche Höhensonne ein. Er berichtet[21]) über neuere Typen der Quarzlampe, u. a. die Hallenlampe nach Jesionek, über das Heusnersche Vorhangstativ und einen Lichtkraftwagen für Lazarette[22]). Axmann[23]) gibt einen Universalreflektor für Lichtbestrahlung an.

Röntgenologie.

Über Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgentechnik berichten P. Ludewig[24]) und V. J. Baumann[25]).

Röntgenstrahlenerzeuger. Albers-Schönberg[26]) berichtet über seine an gasfreien Röntgenröhren im Betriebe gemachten Erfahrungen. Er rühmt an ihnen die leichte Einstellbarkeit der Härte und der Lichtstärke und ihre dauernde Konstanz, die es dem Diagnostiker gestattet, losgelöst von der störenden Röhrenbeobachtung, sich ganz der diagnostischen Tätigkeit zu widmen, und eine Mechanisierung der Aufnahme- und Tiefentherapietechnik ermöglicht. In einer den Elektronenröhren gewidmeten Abhandlung gibt F. Janus[27]) eine Beschreibung des Baues und der Wirkungsweise der Lilienfeldröhre. Die nur nebenbei behandelte Coolidgeröhre kommt dabei schlecht weg. J. E. Lilienfeld[28]) findet auf Grund der an der Lilienfeldröhre angestellten Messungen, daß die Härte der durch Filterung ausfällbaren homogenen Strahlung, der sog. Reststrahlung, nicht nur, wie man bisher annahm, von der Röhrenspannung, sondern auch von der spezifischen Belastung des Brennfleckes abhängt. Um eine für Therapiezwecke geeignete, homogene und harte Strahlung zu erhalten, muß ein möglichst scharfer Brennfleck und innerhalb dessen eine gleichförmige Belegung mit Kathodenstrahlen angestrebt werden. Er vermag bei Anwendung eines Aluminiumfilters von 1,5 bis 3 mm Dicke 75% der Anfangsintensität als homogene Reststrahlung zu gewinnen. Die von ihm zurzeit erreichte größte Härte beträgt bis zu 12 mm Halbwertschicht Aluminium. Dieser entspricht eine Schlagweite von 29 cm beim Gleichrichter und eine solche von mehr als 40 cm beim Induktor. Ersterer ist diesem wegen der Konstanz und Zuverlässigkeit des Betriebes überlegen. H. Hirsch[29]) lobt die Lilienfeldröhre sowohl als Therapierohr als auch vermöge ihrer Eignung zur Herstellung von Momentaufnahmen. Nach F. Dessauer[30]) gestattet die Coolidgeröhre eine vorzügliche Strahlenausbeute und die Verwirklichung der längst angestrebten Homogenbestrahlung. Sein Urteil, daß die Coolidgeröhre in bezug auf die Schärfe der Bildzeichnung einer Vervollkommnung bedarf, trifft nicht für jedes Coolidgeröhrenfabrikat zu. Damit die Glühkathoden-Röntgenröhre ihre Ventilwirkung bei starker Erhitzung der Anode nicht einbüße, ordnet die AEG[31]) vor dieser einen mit ihr leitend verbundenen Leiter an. Die großen Vorzüge der Glühkathoden-Röntgenröhre bringen S & H[32]) durch die vom Röhrenstrome unabhängige Regulierung der an die Röhre gelegten Spannung zur vollen Geltung.

F. Kautz[33]) spricht sich über den gleichmäßigen Lauf der Siederöhre und die mit ihr erzielbare vorzügliche Tiefenwirkung sehr lobend aus. H. Wintz[34]) rühmt die mit einem Regenerierautomat[35]) zusammen arbeitende selbsthärtende Siederöhre als beste Tiefentherapieröhre. J. Rosenthal[36]) tritt für die neue Ultradurröhre ein.

Um bei Induktorapparaten Hochfrequenzschwingungen im Röhrenstromkreis zu vermeiden und eine erhöhte Sicherheit gegen Durchschlag zu erzielen, teilen H. Wintz und L. Baumeister[37]) die Sekundärspule des Induktors in zwei Hälften und ordnen die Ventilfunkenstrecke zwischen diesen an. Sie gewinnen so den sog. Symmetrie-Induktor. Reiniger, Gebbert & Schall[38]) suchen bei den mit Wechselstrom betriebenen Röntgenapparaten durch eine besondere Ausbildung und Schaltung des Transformationsgerätes eine Änderung der Spannungskurve bei gleichbleibendem Übersetzungsverhältnis zu erzielen. Fr. Janus[39]) weist darauf hin, daß in den Stromkreisen von Röntgenapparaten schlechte Kontakte vermieden werden müssen, da jede kleine Leitungsunterbrechung die Entstehung von Schließungslicht zur Folge hat. W. Reusch[40]) weist nach, daß die in Röntgenzimmern auftretenden Giftgase aus einem Gemisch von NO, NO_2 und N_2O_4 bestehen, wie solches beim Betriebe jeder offenen Funkenstrecke gebildet wird. H. Rieder[41]) und K. Warnekros[42]) beschreiben Absaugeeinrichtungen zur Entfernung der nitrosen Gase.

Eine sehr zweckmäßige Neuerung stellt die von R. F. Mayer[43]) ersonnene Einrichtung zur Beleuchtung des zum Messen des Röhrenstromes dienenden Milliamperemeters dar.

Röntgendiagnostik. Durch Anwendung der Zeißschen Rotbrille erzielt W. Trendelenburg[44]) eine starke Empfindlichkeitssteigerung und eine vor-

zügliche Adaptation der Augen zu Röntgendurchleuchtungen. E. Regener[45]) gibt ein einfaches Verfahren an, um die durch die Größe des Brennfleckes bedingte Unschärfe des Röntgenbildes nach einer Richtung zu verkleinern. Vorzüglich durchgebildet ist das neue umkippbare Röhrenstativ von S & H[46]).

Die Röntgendiagnostik hat eine bedeutsame Bereicherung durch die von L. Lilienfeld[47]) ausgearbeitete Methodik der seitlichen Aufnahmen des Kreuzbeines, des Darmbeines, des Schulterblattes und des Brustbeines erfahren. Th. Frankl[48]) gibt eine neue Kontrastmittelmischung zur Röntgenuntersuchung des Magens und des Darmes an.

E. Regener[49]) ändert eine an und für sich bekannte Einrichtung für stereoskopische Röntgendurchleuchtung so ab, daß man ein orthoskopisches, seitenrichtiges Bild erhält. A. Hasselwander[50]) bespricht die Bedingungen, unter denen die Rasterstereoskopie zum Eindrucke natürlicher Körperhaftigkeit bei der Röntgendurchleuchtung führt, und gibt eine Vorrichtung für Stereo-Durchleuchtung und -Aufnahmen bei Verwendung von Rastern an.

Das Interesse für die Frage der Fremdkörperlokalisation, das in den drei ersten Kriegsjahren eine Überproduktion von Tiefenbestimmungsmethoden und Erfindungen über Lokalisatoren zeitigte, ist endlich abgeflaut. Bemerkenswert ist die von L. Freund und A. Praetorius[51]) angegebene Schirmmarken-Einstellmethode, die eine Abänderung der Holzknechtschen Blendenrandmethode[52]) darstellt. A. Hasselwander[53]) tritt für das von ihm angegebene Verfahren der Stereophotogrammetrie[54]) und die von Grashey und Holzknecht auf das feinste ausgebaute Methode der röntgenoskopischen Operationen ein. Zur Frage der Lokalisierung und Entfernung von Steckschüssen unter Röntgenlicht äußern sich G. Holzknecht[55]), A. v. Eiselsberg[56]) und Drüner[57]), der eine nur für leichtere Fälle ausreichende Durchleuchtungseinrichtung beschreibt.

Eine Übersicht über die Aufgaben der Röntgendiagnostik im Kriege gibt L. Katz[58]). O. Loewe[59]) schildert Improvisationen für den röntgendiagnostischen Feldbetrieb.

Röntgentherapie. Eine Arbeit von H. E. Schmidt[60]) gestattet, den gegenwärtigen Stand und die Aussichten der Röntgentherapie in der inneren Medizin kennen zu lernen. In einem umfangreichen Referat von Fr. Ebeler[61]) und einer kürzeren Abhandlung von H. Eymer[62]) ist die Entwicklung der gynäkologischen Strahlentherapie dargelegt.

Bei der Behandlung der Leukämie mit Tiefenbestrahlungen hat E. Rosenthal[63]) gute Erfolge erzielt. A. Kapelusch und P. Orel[64]) stellen fest, daß ein Großteil der chirurgischen Tuberkulose mittels Röntgenstrahlen heilbar ist. Nach A. Schönfeld und V. Benischke[65]) ist die Heilwirkung der Röntgenstrahlen bei tuberkulösen Halslymphomen sicher und vortrefflich, wenn die Methoden der Tiefentherapie zur Anwendung gelangen. Durch intensive Behandlung mit stark gefilterten Röntgenstrahlen erreicht Fr. Winter[66]) bei Myomen eine außerordentlich schnelle Einwirkung. L. Blumreich[67]) erörtert die Frage, wie man beim Myom über operative und Strahlen-Therapie entscheiden soll. Wilms[68]) bespricht, welche Fälle von Krebserkrankungen der Strahlentherapie zuzuführen sind. J. A. Amann[69]) berichtet über seine bei Gebärmutterkrebs durch Strahlenbehandlung erzielten Ergebnisse. Die guten Erfolge, die A. Saenger[70]) bei Gehirn- und Rückenmarkgeschwülsten durch Tiefenbestrahlung erzielt hat, sind um so mehr bemerkenswert, als die Hirnchirurgie oft versagte. H. Wachtel[71]) hat Erfrierungen durch Röntgenbestrahlung günstig zu beeinflussen vermocht. Fr. M. Meyer[72]) teilt seine fünfjährigen Erfahrungen über Röntgenbehandlung von Hautkrankheiten mit.

Von L. Küpferle und J. E. Lilienfeld[73]) über verschiedene Filtersubstanzen angestellte vergleichende Untersuchungen lassen das Aluminium bezüglich Filterökonomie als das günstigste Strahlenfilter erscheinen. Nach B. Walter[74]) verhalten sich Aluminium, Kupfer, Eisen und Zink als Filter gleichartig. Den von H. Wintz und L. Baumeister[75]) an 0,5 mm dickem Zink

und 3 mm dickem Aluminium angestellten Vergleich erklärt Walter für unrichtig. Durch Versuche sind R. Glocker und W. Reusch[76]) ebenfalls zum Ergebnis gelangt, daß Zink und Aluminium bei entsprechend gewähltem Dickenverhältnis gleichartige Filterwirkung ergeben. Sie finden weiter, daß Aluminiumphantome zu keiner richtigen Anschauung von der Verteilung der absorbierten Strahlenenergie verhelfen. Zu Ergebnissen, die von den vorigen abweichen, gelangt Fr. Goos[77]). Die von A. Köhler[78]) gegebenen Winke betreffend die Anwendung von Metallfiltern in der Therapiepraxis sind beachtenswert.

Strahlenmessungen. Wie Th. Christen[79]) darlegt, kann mit Hilfe der gebräuchlichen Methoden der Strahlenmessung bloß die durch die gleichzeitige Wirkung von Absorption und Streuung bedingte Halbwertschicht ermittelt werden. R. Fürstenau[80]) gibt einen nach Art eines Rechenschiebers beschaffenen Zusatzapparat zum Intensimeter zwecks Messung der Strahlenhärte an.

K. Weißenberg[81]) leitet her, daß die Oberflächendosis und somit auch die Hautreaktion vom Einfallwinkel der Röntgenstrahlen unabhängig sind. H. Wintz[82]) weist darauf hin, daß bei den praktischen Dosismessungen die Streustrahlung zu berücksichtigen ist. R. Grann[83]) findet eine neue mathematische Ableitung des Christenschen Integraliontometers[84]). Auf Beobachtungen an Selenzellen fußend tritt R. Fürstenau[85]) für sein Intensimeter ein.

Elektrobiologie.

H. Boruttau[86]) und Schrumpf[87]) liefern Beiträge zur Deutung des Elektrokardiogrammes. Sehr interessant sind die Mitteilungen von K. Brandenburg[88]) über den Gleichstromwiderstand des Menschen und seine Änderung bei Krankheiten. Die Polarisationseigenschaft der Haut und ihre Fähigkeit, dem Meßstrom elektromotorische Gegenkräfte entgegenzusetzen, hat ihren Sitz in den Hautdrüsen. Diese EMKK sind von den zentralen nervösen Einflüssen und den Affekten der untersuchten Personen abhängig. Große, unveränderliche Gleichstromwiderstände sind ein Zeichen eines psychopathischen Zustandes. Dauernd große Widerstände lassen auf bestimmte Organkrankheiten schließen. S. Jellinek[89]), der den Standpunkt vertritt, daß die psychische Bereitschaft bei elektrischen Unfällen einen gefahrvermindernden Einfluß ausübt, steht in verschiedenen Punkten im Gegensatz zu K. Alvensleben[90]) und P. M. Grempe[91]).

[1]) Gildemeister, Neurol. Zentralbl. 1917, S 735. — [2]) Boruttau, Jahresk. f. ärztl. Fortb. 1917, Aug.-H. S 61. — [3]) Hering, Münchn. med. Woch. 1917, S 1033. — [4]) Lewandowsky, Münchn. med. Woch. 1917, S 989, 1028. — [5]) Laqueur, Dtsch. med. Woch. 1917, S 1297. — [6]) Cohn, Berl. klin. Woch. 1917, S 1158. — [7]) Christen, Dtsch. med. Woch. 1917, S 1536. — [8]) Müller, Dermatol. Woch. 1917, S 668. — [9]) Lindemann, Prak. Erg. d. Geburtsh. u. Gynäk. Jg 7, S 1. — Münchn. med. Woch. 1917, S 678. — [10]) Braun, Ther. d. Gegenw. 1917, S 136. — [11]) Hohlweg, Z. phys. u. diätet. Ther. 1917, S 269. — [12]) Adam, Z. phys. u. diätet. Ther. 1917, S 225. — [13]) Schanz, Strahlenther. Bd 8, S 71. — Z. phys. u. diätet. Ther. 1917, S 131. — [14]) Ulrichs u. Wagner, Dtsch. med. Woch. 1917, S 556. — [15]) Kisch, Münchn. med. Woch. 1917, S 614. — [16]) Disqué, Ther. d. Gegenw. 1917, S 356. — [17]) Strubel, Münchn. med. Woch. 1917, S 65. — [18]) Deus, Münchn. med. Woch. 1917, S 373. — [19]) Christen, Dtsch. med. Woch. 1917, S 1558. — [20]) Heusner, Dtsch. med. Woch. 1917, S 1105. — [21]) Heusner, Med. Klin. 1917, S 43. — [22]) Heusner, Strahlenther. Bd 8, S 59. — [23]) Axmann, Dtsch. med. Woch. 1917, S 530. — [24]) Ludewig, Z. Ver. D. Ing. 1917, S 32, 52, 72. — El. Masch.-Bau 1917, S 338. — [25]) Baumann, Helios Fachz. 1917, S 257. — [26]) Albers-Schönberg, Fortschr. Röntgenstr. Bd 24, S 423. — [27]) Janus, El. Masch.-Bau 1917, S 386, 400. — [28]) J. E. Lilienfeld, Fortschr. Röntgenstr. Bd 25, S 77. — [29]) Hirsch, Dtsch. med. Woch. 1917, S 148. — [30]) Dessauer, Münchn. med. Woch. 1917, S 971. — [31]) AEG, DRP 302790. — [32]) S & H, DRP 296464. — [33]) Kautz, Münchn. med. Woch. 1917, S 349. — [34]) Wintz, Münchn. med. Woch. 1917, S 944. — [35]) JB 1916, S 203. — Reiniger, Gebbert & Schall, DRP 298704. — [36]) Rosenthal, Münchn. med. Woch. 1917, S 1101. — [37]) Wintz u. Baumeister, Münchn. med. Woch. 1917, S 173. — [38]) Reiniger, Gebbert & Schall, DRP 300483. — [39]) Janus, Fortschr.

Röntgenstr. Bd 24, S 452. — [40]) Reusch, Münchn. med. Woch. 1917, S 445. — [41]) Rieder, Münchn. med. Woch. 1917, S 1265. — [42]) Warnekros, Münchn. med. Woch. 1917, S 1605. — [43]) Mayer, Münchn. med. Woch. 1917, S 1297. — El. Glühlampfbr. Watt, DRP 301598. — [44]) Trendelenburg, Fortschr. Röntgenstr. Bd 25, S 30. — [45]) Regener, Münchn. med. Woch. 1917, S 1518. — [46]) S & H, DRP 295909. — [47]) L. Lilienfeld, Münchn. med. Woch. 1917, S 211. — Med. Klin. 1917, S 210. — Berl. klin. Woch. 1917, S 497. — Wien. med. Woch. 1917, S 1975. — [48]) Frankl, Münchn. med. Woch. 1917, S 647. — [49]) Regener, Münchn. med. Woch. 1917, S 1181. — [50]) Hasselwander, Fortschr. Röntgenstr. Bd 24, S 580. — [51]) Freund u. Praetorius, Dtsch. med. Woch. 1917, S 459. — [52]) JB 1916, S 204. — [53]) Hasselwander, Münchn. med. Woch. 1917, S 696, 732. — [54]) JB 1916, S 204. — [55]) Holzknecht, Berl. klin. Woch. 1917, S 208. — [56]) v. Eiselsberg, Wien. klin. Woch. 1917, S 323. — [57]) Drüner, Dtsch. med. Woch. 1917, S 1594. — [58]) Katz, Z. phys. u. diätet. Ther. 1917, S 234. — [59]) Loewe, Dtsch. med. Woch. 1917, S 105. — [60]) Schmidt, Berl. klin. Woch. 1917, S 654. — [61]) Ebeler, Strahlenther. Bd 8, S 181. — [62]) Eymer, Ther. d. Gegenw. 1917, S 121. — [63]) Rosenthal, Berl. klin. Woch. 1917, S 937. — [64]) Kapelusch u. Orel, Wien. klin. Woch. 1917, S 562. — [65]) Schönfeld u. Benischke, Med. Klin. 1917, S 1062. — [66]) Winter; Münchn. med. Woch. 1917, S 310. — [67]) Blumreich, Ther. d. Gegenw. 1917, S 21. — [68]) Wilms, Dtsch. med. Woch. 1917, S 193. — [69]) Amann, Münchn. med. Woch. 1917, S 137. — [70]) Saenger, Neurol. Zentralbl. 1917, S 784. — [71]) Wachtel, Wien. klin. Woch. 1917, S 565. — [72]) Meyer, Dtsch. med. Woch. 1917, S 1043. — [73]) Küpferle u. Lilienfeld, Grundlagen therapeutischer Anwendung von Röntgenstrahlen. Speyer & Kaerner, Freiburg i. B. u. Leipzig 1917. — [74]) Walter, Fortschr. Röntgenstr. Bd 24, S 447. — [75]) JB 1916, S 206. — [76]) Glocker u. Reusch, Fortschr. Röntgenstr. Bd 24, S 528. — [77]) Goos, Fortschr. Röntgenstr. Bd 24, S 409. — [78]) Köhler, Ther. Monatsh. 1917, S 290. — [79]) Christen, Fortschr. Röntgenstr. Bd 25, S 55. — [80]) Fürstenau, Fortschr. Röntgenstr. Bd 24, S 455. — DRP 298368. — [81]) Weißenberg, Fortschr. Röntgenstr. Bd 24, S 378. — [82]) Wintz, Münchn. med. Woch. 1917, S 901. — [83]) Grann, Fortschr. Röntgenstr. Bd 24, S 374. — [84]) JB 1916, S 206. — [85]) Fürstenau, Fortschr. Röntgenstr. Bd 24, S 390. — [86]) Boruttau, Dtsch. med. Woch. 1917, S 873. — [87]) Schrumpf, Münchn. med. Woch. 1917, S 837. — [88]) Brandenburg, Med. Klin. 1917, S 1263. — [89]) Jellinek, ETZ 1917, S 361. — [90]) JB 1915, S 229. — [91]) Grempe, Helios Fachz. 1917, S 228.

XVIII. Erdströme, atmosphärische Elektrizität, Blitzableiter und Blitzschläge.

Von Prof. Dipl.-Ing. Sigwart Ruppel.

Erdmagnetismus. Aus einer Hypothese der Entstehung von Welten aus dem Zusammenstoß zwischen einem Nebelwirbel und einer amorphen Nebelmasse glaubt Belot[1]) den Ursprung des Erdmagnetismus ableiten zu können. Bei dem Zusammenstoß soll die Nebelmasse negativ, der Wirbel positiv geladen sein. Die eher abkühlende Erde induzierte auf der Sonne durch ihren Südpol einen Nordpol. Weitere Einwirkungen sollen dann bei der Umwandlung der Sonne als flache Scheibe vom ursprünglichen Wirbeldurchmesser in der Ekliptik und durch die bei der Erdrotation umgebildeten Pole entstanden sein. Zur Erklärung des magnetischen Moments wird der nach dem Erdinnern zunehmende Gehalt an Eisen herangezogen.

Atmosphärische Elektrizität. Bei einer Untersuchung über die in aufsteigenden Luftströmen durch Trennung der in ihnen vorhandenen Ionenladungen entstehenden elektrischen Felder kommt Seeliger[2]) zu dem Schluß, daß man auch bei einer Erweiterung der von Simpson benutzten Grundlagen — in einer der Wirklichkeit entsprechenden Weise — im Lenardeffekt eine quantitativ hinreichend starke Quelle der Gewitterelektrizität sehen kann. — Simpson[3]) berechnet, daß die Strahlen der im Erdboden und in der Luft befindlichen radio-

aktiven Substanzen genügen, um die Ionisierung der Atmosphäre über dem Lande aufrechtzuerhalten; daß diese Quellen aber über See eine bei weitem nicht genügende Ionenmenge liefern. Eine Erklärung für den Kugelblitz glaubt er in dem von Streett beobachteten Nachleuchten des Stickstoffes zu finden. Eine Erklärung über das Nordlicht, die allerdings mit den von zwei Punkten aus vorgenommenen photographischen Aufnahmen von Krogneß nicht ohne weiteres in Einklang zu bringen ist, gibt Thomson[4]). Letzterer führt alle Arten von Nordlicht (Draperien, Bögen, Krone) auf vertikale Strahlen zurück, die von einer Schicht in einer Höhe von etwa 50 Meilen ausgehen und erklärt, daß die Beobachtung verschiedener Arten auf optischer Täuschung beruht.

Über die Abhängigkeit der Gewitter vom Barometerstand hat A. J. Monné[5]) aus den über 25 Jahre sich erstreckenden Beobachtungen in den Niederlanden Betrachtungen angestellt. Er kommt dabei zu dem Schluß, daß die Gewitterwahrscheinlichkeit zwischen 752 und 757 mm am größten ist und von da ab gegen höheren Barometerstand rascher, gegen niedrigen etwas langsamer abnimmt.

Blitzformen. Über die Bildung von Leuchtmassen bei Perlschnurblitzen berichtet Toepler[6]) im Anschluß an die Beschreibung eines genau beobachteten Perlschnurblitzes in Dresden. Ausgehend von den Beobachtungen, daß Gleitbüschel das zum Fortwachsen nötige hohe Potentialgefälle selbsttätig auch in Luftgebiete fast ohne Gefälle hineinschieben, gibt er eine darauf fußende Erklärung für die Blitzbildung. Er nimmt an, daß zunächst ausgehend von einem Nebel- oder Regentropfen ein kurzes Doppelbüschel entsteht. Das Funkenstück hat einen kleineren Widerstand als die Umgebung und infolgedessen geringeres Spannungsgefälle, während an den Enden das Gefälle entsprechend ansteigen kann. Hierdurch wird ein Weiterwachsen nach beiden Seiten ermöglicht.

Toepler findet nun bei Untersuchungen von negativen Gleitbüscheln, daß bei rasch ansteigender Spannung die Rucke im Vorwärtswachsen untereinander fast gleich sind und daß die Kronen, deren Innenraum mit blauvioletten Lichtfäden durchzogen ist, kugelig begrenzt sind. Er schließt daraus, daß jeder gewöhnliche Blitz aus einer schmalen Entladungsbahn besteht, welche die blitzöffnende Büschelreihe, lauter ionenreiche Räume kugeliger Gestalt, durchsetzt, wie die Schnur einer Perlenreihe. Die Büschel treten als Perlen in Erscheinung, wenn die in den Büschelkronen zurückgebliebenen Ionen, bei unvollständiger Entladung im Anfangsblitze, d. h. beim Nachströmen, neue Stoßionisierung unter Lichtentwicklung hervorrufen. Die Perlschnurbildung wird also nur dann eintreten, wenn andauerndes Nachfließen auf einen schwachen Anfangsblitz folgt, eine Bedingung, die äußerst selten ist, da das an sich schon seltene langdauernde Nachfließen meist nur bei einem starken Anfangsblitz auftritt.

Toepler glaubt auch, daß die Leuchtmasse der Kugelblitze aus einem besonders hervorgehobenen Büschel sich bildet. Die Größe der Leuchtmasse des Kugelblitzes wäre dann ebenso wie die Perlengröße unabhängig vom Entladungskanal, ja sie kann sogar ganz ohne diesen erscheinen, wenn der blitzbildende Prozeß in einem besonders starken Büschel endigt.

In einem Vortrag macht Toepler[7]) weitere Angaben über die Entstehung der Blitze auf Grund seiner Untersuchungen über die Gleitfunken. Er berechnet die Spannung der Blitze auf Grund des von ihm festgestellten Gesetzes, daß bei unverzweigten Büscheln die Spannung proportional der dritten Potenz und bei verzweigten Büscheln proportional der vierten (bis fünften) Potenz der Büschellänge ist. Aus dem von ihm untersuchten Perlschnurblitz stellt er den Radius des blitzbildenden Büschels, der gleich dem Abstand der Perlzentren ist, mit 7,5 m fest und berechnet daraus je nach dem Gefälle in den Blitzköpfen von 5 oder 30 kV/cm die Spannung eines Blitzes in Millionen Volt bei 1 km Länge zu 30,4 bis 182,5 unverzweigt und 36 bis 216,2 verzweigt. Unter Zugrundelegung der Mindestspannung wird hiernach die Energie eines 2 km langen Blitzes mittlerer Stärke zu 10^{15} bis 10^{16} Erg angegeben. Ausgehend von der Art der Entstehung

des Blitzes aus den in den Luftraum hineinwachsenden Büscheln wird auch gezeigt, wie der Schutzraum von Blitzableitern abhängig ist von den Endbüscheln. Das gibt eine weitere Erklärung dafür, daß der sog. Schutzkreis der Berechnung nicht zugänglich ist.

Blitzableiter. Es scheint, daß die sog. Niagaras[8]) zur Verhütung von Hagelwettern nicht nur in Frankreich weitere Anwendung gefunden haben, sondern daß man auch, wie angegeben wird, in Argentinien Hagelableiter errichtet hat und es in anderen Ländern beabsichtigt. Aus Frankreich wird über den Erfolg der verschiedenen Niagaras berichtet, allerdings muß auch zugegeben werden, daß z. B. in Beaujolais 1913 der Schaden sich auf 8000000 M belief gegen 2000000 Mark Durchschnitt der Jahre 1901—1910 (Hagelgeschütz im Gebrauch) und 5600000 M 1891—1900 als keine Schutzmaßnahmen vorhanden waren. Als Zeichen für die Wirksamkeit wird merkwürdigerweise auch angeführt, daß die Gemeinde von Paizy-le-Sec durch eine Bittschrift die Wiedererrichtung des durch einen Hagelwirbel niedergerissenen Niagaras verlangte. Dabei wird als Kriterium für die Güte eines Niagaras angegeben, daß weder er selbst von einem Blitz getroffen werden, noch in seiner Nähe ein Blitz niedergehen darf, sonst hat er unzulängliche Kapazität oder mangelhafte Erdverbindung, er bildet dann, wie es im Bericht heißt, eher eine Gefahr als einen Schutz. Es besteht deshalb in Frankreich die Bestimmung, daß die vorgeschlagene Konstruktion und ihre Lage durch ein Zentralkomitee gutgeheißen werden muß, so daß sich schon ein bestimmtes System entwickelt hat. Doch hat sich gegen dieses Beauchampsche System, das allergrößten Wert auf gute Leitfähigkeit legt und deshalb nur Drähte aus elektrolytischem Kupfer verwendet, schon ein Konkurrent im Marcillacschen System[9]) erhoben. Dieses benutzt breite Eisenstreifen und Eisenseile mit vielen Spitzen, und es wird angeführt, daß die breiten Streifen mit hohem Ohmschen Widerstand den guten Leitern aus Kupferdraht überlegen seien. Die auf dem Chenavari-Gipfel hergestellte Einrichtung soll angeblich Blitzstörungen auf elektrischen Leitungslinien in mehreren Kilometern Umkreis verhindert haben, so daß die Eisenbahn Paris—Lyon—Mittelmeer das Marcillacsche System zum Schutz für verschiedene Strecken anwenden will, die elektrisiert werden sollen. Es wird wohl mit den Niagaras ebenso gehen wie mit dem Hagelschießen, und die begeisterten Urteile werden durch kritische Beobachtungen auf das richtige Maß zurückgeschraubt werden müssen.

Der VDE hat durch eine Aufklärungsschrift[10]), die an die Regierungen der Bundesstaaten und die Schulbehörden ergangen ist, eine bessere Behandlung der Blitzableiterfrage in den Schulen angeregt. Es wird darauf hingewiesen, daß die Belehrung nicht nur physikalisch, sondern auch technisch-wirtschaftlich erfolgen muß, und daß in Zukunft noch viel mehr als vor dem Kriege vereinfachte billige Anlagen ohne Kupfer für ländliche Bezirke gebaut werden müssen.

Auch die Beschlagnahme der kupfernen Blitzableiter[11]) wird manchem Gebäudebesitzer und Architekten, der bisher nur Kupfer als Blitzableitermaterial betrachtete, endlich klar machen, daß das in den Leitsätzen des Elektrotechnischen Vereins empfohlene Eisen als gleichwertig zu betrachten ist. Um die nicht ausreichenden Kenntnisse über die Ausführung einfacher Blitzableiter zu klären, hat der durch den Elektrotechnischen Verein ins Leben gerufene Ausschuß für Blitzableiterbau[12]), bestehend aus Vertretern des VDE, des Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine, des Berliner Architekten-Vereins und des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern Richtlinien über Herstellung und Auswechslung von Blitzableitern für die Dauer der Kriegsverhältnisse herausgegeben.

Es ist zu hoffen, daß dieser Ausschuß, der besonders die Architekten zur Mitarbeit heranziehen will, endlich das vom Elektrotechnischen Verein schon lange erstrebte Ziel erreicht, daß die Architekten den Blitzableiter gleich beim

Bau des Hauses mitentwerfen und unter Verwendung der metallenen Gebäudeteile herstellen lassen.

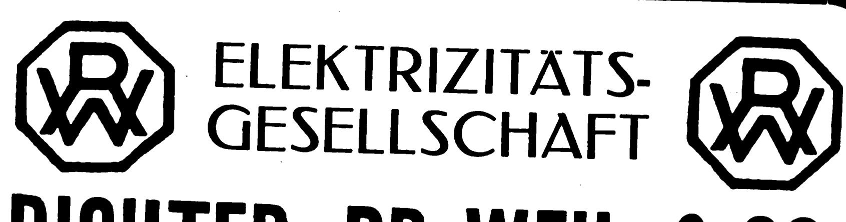
Der Schweizerische Elektrotechnische Verein[13]) hat neue Bestimmungen über die Einrichtung von Gebäudeblitzableitern herausgegeben, die im wesentlichen mit den deutschen Leitsätzen übereinstimmen; als Fortschritt gegenüber den früheren Bestimmungen bringen sie eine ausgedehntere Anwendung der natürlichen Ableitungen und die Verwendung von Fangleitungen an Stelle der Auffangstangen. Bei den Erdleitungen wird aber das Kupfer dem Eisen wohl zu sehr vorgezogen. Die Erstellung neuer und der Unterhalt bestehender Gebäudeblitzschutzvorrichtungen unterliegt staatlicher Aufsicht und wird auf Grund der jetzt möglichen Vereinfachungen und der hierdurch bedingten Verbilligung die Blitzschutzpflicht auch für Gebäude auf dem Lande vorgeschlagen.

[1]) Belot, Ann. Phys. Beibl. 1917, S 30. — [2]) Seeliger, Wien. Sitzber. Bd 125 (1916), S 1167. — [3]) Simpson, Monthly Weather Rev. Bd 44 (1916), S 115. — [4]) Thomson, Proc. Amer. Nat. Ac. 3, 1917, S 1. — [5]) Monné, Meteorol. Z. 1917, S 43. — [6]) Toepler, Meteorol. Z. 1917, S 225. — [7]) Toepler, Vortrag im Dresdener E V, Februar 1917. — [8]) El. Rev. (Ldn.) Bd 80, S 274, 303. — [9]) Marcillac, El. Rev. (Ldn.) Bd 81, S 94. — [10]) ETZ 1917, S 390. — [11]) ETZ 1917, S 250. — [12]) ETZ 1917, S 351. — [13]) Bull. Schweiz. EV 1917, S 141.

Alphabetisches Namenverzeichnis.

ä, ö, ü und ae, oe, ue mit stummem e gelten in der Ordnung für a, o, u.

Alphabetisches Sach- und Ortsverzeichnis.



FRANKFURT A. MAIN



Automatische Notbeleuchtungsapparate
für alle Zwecke

Elektrische Bühnenbeleuchtung
Bühnenregulatoren, Verdunklungswiderstände, Soffitten, Effekt- u. Signalapparate, Anschluß-Kontakte, Orchesterbeleuchtung

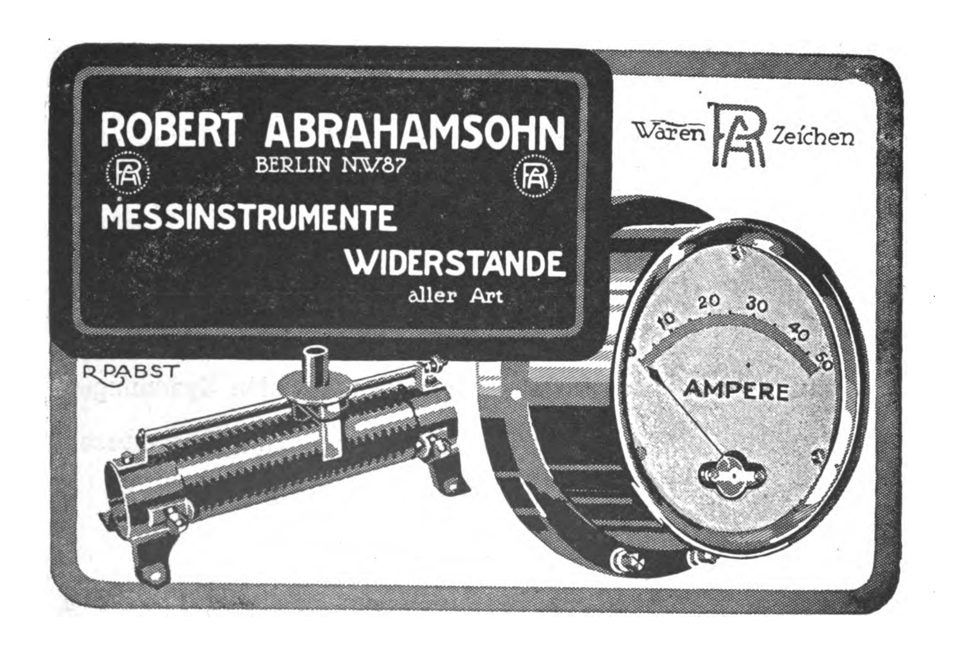
Schaufenster-Reflektoren

Kraftstecker
für rauhe Betriebe

Abzweigklemmen
für Eisen-, Zink- und Kupferleitungen

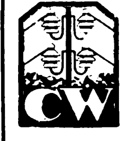
(8)


GEBRÜDER ADT
AKTIENGESELLSCHAFT
Ensheim-Pfalz
ABTEILUNG ELEKTROTECHNIK
Fabrikation von: Drehschaltern, Fassungen, Wandarmen, Schutzkasten, Elementbechern,
Isolierrohren aller Art, Steckern, Pendeln, Armaturen, Handlampen, Schutzkappen etc. Pressmaterialien,
„AUSTRALIT"
Griffe, Klemmen, Traversen etc.
Sämtliche Installations-Materialien für Schwach- u. Starkstrom-Anlagen.
ABTEILUNG METALLROHRWERK
Präzisionsrohre
Autogen geschweisst, nahtlos kalt gezogen mit glatten Innen- u. Aussenflächen von 10-50 m/m äusseren Durchmesser und 1-2,5 m/m Wandstärke.
Größte Biegefähigkeit in kaltem Zustande.


ROBERT ABRAHAMSOHN
BERLIN N.W.87
MESSINSTRUMENTE
WIDERSTÄNDE
aller Art
Waren Zeichen
AMPERE
R. PABST


Edison Nickel-Eisen Akkumulatoren
eignen sich bestens auch für Telephonie, Telegraphie, Signalanlagen etc.
Immer zuverlässig und betriebssicher. Ganz aus bestem Stahl — ohne zerbrechliche Teile — leichtes Gewicht — unempfindlich gegen tiefe Entladungen und Ladungs-Unterbrechung — Elektrolyt Kalilauge — keine Säuredämpfe — lange Lebensdauer.
Deutsche
Edison-Akkumulatoren-Comp.
G. m. b. H.
(89)
Berlin N. 20, Drontheimerstr. 35/38.

Carl Wiedemann
elektrotechn. Fabrik u. Großhandlung
Fernsprecher: Nr. 53811 – 53814



München S. W. 3
37 Landwehr-Straße 37
Telegr.-Adr.: Cewe München

Größtes Lager in allen
elektrotechn. Bedarfsartikeln für Stark- und Schwachstrom
Motoren ∴ Lampen ∴ Werkzeuge
Preisliste auf Wunsch nur an Wiederverkäufer. (4)

Anton Schneeweis
Fabrik elektrotechnischer Apparate G. m. b. H.
Naugarder Straße 40 **BERLIN NO. 55** Naugarder Straße 40

Elemente aller Art
Lieferanten der Reichspost-, Eisenbahn-, Militär- und vieler anderer Behörden.
Laut Ph.-T. Reichsanstalt ergibt Posttype V
die **Glanzleistung** von **256 Amp. St.** bis 0,7 Volt
„ „ „ **311** „ „ „ 0,4 „ (26)

Schalttafeln
aus deutschem Gr.-Kunzendorfer
Marmor.
Eigenschaften: Metallfrei, Hochglanzpolitur, gleichmäßig fest, aber gut zu bohren, wenig empfindlich gegen Fette.
Eigene unerschöpfliche Marmorbrüche. Große Säge- und Schleifwerke.
W. Thust, Gnadenfrei i. Schl.
500 PS Kraft: Dampf — Elektrizität — Preßluft. (23)

